ERGEBNISSE
OPERATIV VERSORGTER
EPIPHYSENFUGENFRAKTUREN

Winfried Koller

1979

Dissertations- und Fotodruck ANNELIESE SCHUBERT
Corneliusstraße 21 · 8000 München 5 · Telefon 268177

Aus der Staatlichen Orthopädischen Klinik München-Harlaching
der Universität München

Direktor: Prof. Dr. A.N. Witt

ERGEBNISSE

OPERATIV VERSORGTER EPIPHYSENFUGENFRAKTUREN

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von: Winfried Koller

aus: 8480 Weiden

Jahr: 1979

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin
der Universität München

Berichterstatter:	Priv.-Doz.Dr.H.Zenker
Mitberichterstatter:	Prof.Dr.A.N.Witt
Dekan:	Prof.Dr.W.Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 30.1.1979

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

		Seite
A)	Einleitung	2
B)	Anatomie der Epiphysenfuge	4
	I) Anatomie und histologischer Aufbau der Epiphysenfuge	4
	II) Gefäßversorgung	5
	III) Physiologie des Längenwachstums	6
C)	Frakturen der Epiphysenfuge	8
	I) Arten von Epiphysenfugenfrakturen	8
	II) Unfallmechanismus der Epiphysenfugenfraktur	9
	III) Prognose der Epiphysenfugenfrakturen	11
D)	Behandlung	14
	I) Diagnose	14
	II) Therapeutisches Vorgehen	15
E)	Eigene Untersuchungen	17
	I) Krankengut	17
	II) Methode der Nachuntersuchung	20
	III) Ergebnisse der Nachuntersuchungen	22
	1. Proximaler Humerus	22
	2. Epicondylus humeri radialis	24
	3. Epicondylus humeri ulnaris	29
	4. Radiusköpfchen	34
	5. Distale Radiusepiphyse	44
	6. Proximale Tibia	46
	7. Distale Tibia	49
	IV) Diskussion der Ergebnisse	54
F)	Zusammenfassung	62
G)	Literatur	63

A) Einleitung

Obwohl das Vorhandensein der Epihphysenlinie schon relativ lange bekannt ist, wurde ihre Bedeutung für das Längenwachstum erst sehr spät entdeckt. Die entscheidenden Versuche zur Aufdeckung der Funktion der Epiphysenfuge stammen von HALES, DUHAMEL und HUNTER, in den Jahren 1727, 1743 und 1772.

Nachdem der englische Chirurg BELHIER entdeckt hatte, daß sich der Knochen durch den in der Krappwurzel enthaltenen Farbstoff Alizarin rot färbte, konnte DUHAMEL zum ersten Male nachweisen, daß nach der Verfütterung jener Wurzeln sich nur der wachsende Knochen anfärbte. Aufgrund seiner Experimente kam er dann zu dem Schluß, daß die Epihpysenfuge der Ausgangsort des Knochenwachstums sein müsse. Bestätigung erhielt er im Jahre 1772 durch HUNTER. Dieser schlug Metallstifte in die Diaphyse und sah dann, daß sich deren Abstand nicht veränderte, obwohl der gesamte Knochen in seiner Länge zugenommen hatte.

Epiphysenlösungen waren um diese Zeit bereits bekannt, doch maß man ihnen in bezug auf das Wachstum keine besondere Bedeutung bei. Der Anatom CRUVEILHIER und der Chirurg MALGAIGNE vertraten Mitte des 19. Jahrhunderts die Ansicht, daß es zwecklos sei, die Epiphysenlösungen von den Frakturen zu unterscheiden, da beide Verletzungen die gleichen Symptome zeigten, beiden Verletzungen die gleiche Ursache zugrunde liege und infolgedessen die gleiche Behandlung notwendig hätten.

Im Jahre 1867 jedoch wies OLLIER auf die Bedeutung der Epiphysenfuge hin. Er konnte nachweisen, daß das Längenwachstum der Röhrenknochen vom Intermediärknorpel ausgeht und daß traumatische Verletzungen dieses Knorpels im Tierversuch regelmäßig zu einer Hemmung des Wachstums führen. OLLIER stellte auch als erster fest, daß die Lösung immer in der Ossifikationszone und nicht im Knorpel selbst vor sich geht.

VOGTS veröffentlichte 1878 die erste bedeutende Arbeit über traumatische Epiphysentrennungen. Er kam zu dem Ergebnis, daß die Epiphyse aus zwei verschiedenen Teilen besteht: zum einen aus der knorpeligen Chondroepiphyse und zum anderen aus der zum größten Teil verknöcherten Osteoepihpyse. Als Ursache für die manchmal auftretenden Wachstumsstörungen nennt er die primäre Zerstörung des Intermediärknorpels durch das Trauma und die vollständige Dislokation der Fragmente.

1881 erschien eine Arbeit von BRUNS, in der 100 Fälle von Epiphysenlösungen zusammengestellt waren. Er traf hierbei die Unterscheidung zwischen reinen Epiphysenlösungen und solchen mit einer Begleitfraktur. Nachfolgende Wachstumsstörungen fand er nur gelegentlich. Den Grund hierfür sah er teils darin, daß die Epiphysenlösung erst im 2. Lebensjahrzehnt, in dem das Wachstum schon fortgeschritten sei, eintreten würde, teils darin, daß die Lösung nur in wenigen Prozent durch die eigentliche Knorpelsubstanz der Epiphysenfuge hindurch verlaufe.

Im Jahr 1936 erschienen mehrere Arbeiten von AITKEN, in denen der Autor die Epiphysenverletzungen in 3 Gruppen einteilte. Er unterscheidet die metaphyso-kartilaginäre (AITKEN I), die epiphyso-kartilaginäre (AITKEN II) und die transepimetaphysäre Fraktur (AITKEN III).
Diese Einteilung der Epiphysenfrakturen hat bis heute seine Gültigkeit behalten, da der Grad der Beschädigung der Epiphysenfuge bei jeder dieser Typen unterschiedlich ist und aus der Art der Verletzung auch eine Prognose für zukünftige Schäden und Komplikationen gestellt werden kann. In der Folgezeit häuften sich dann die Veröffentlichungen, die das Thema Epiphysenverletzungen, deren Behandlung und Ergebnisse zum Inhalt hatten, so daß wir heute eine Vielzahl von Fakten zur Verfügung haben.

B) Anatomie der Epiphysenfuge

I. Anatomisch-histologischer Aufbau der Epiphysenfuge

Makroskopisch besteht die Epiphysenfuge aus zwei zu unterscheidenen Anteilen, der bläulichen, der Epiphyse anliegenden Zone (Chondroepiphyse) und der weiter diaphysenwärts gelegenen gelblich weißen Verkalkungszone (Osteoepiphyse).

Betrachtet man dagegen die Wachstumsfuge unter dem Mikroskop, so kann man im Wesentlichen vier verschiedene Schichten unterscheiden (H.ECKE):

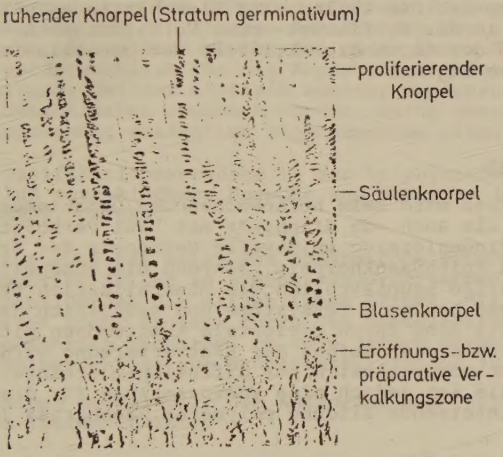


Abb. 1 Die Abbildung zeigt eine normale enchondrale Verknöcherungszone eines 3 Monate alten Kaninchens. Azanfärbung. Vergr. 96mal.

(aus ECKE H.: Diagnose und Prognose von Epiphysenverletzungen Akt. Traumatologie 5 (1975) 97-99)

Die am weitesten epiphysenwärts gelegene Schicht ist das Stratum germinativum. Hier sind die Knorpelzellen unregelmäßig angeordnet, und das Verhältnis zwischen Zellen und Interzellularsubstanz ist deutlich zu Gunsten der letzteren verschoben.

Metaphysenwärts findet man weiterhin die Zone des proliferierenden Knorpels, in der auch Mitosen nachweisbar sind. Die Zellkerne sind hier bereits größer und strukturell aufgelockerter, das Zytoplasma nimmt eine runde, manchmal auch dreieckige Form an.

Darauf folgt die Zone des Säulenknorpels. Die Zellkerne sind mehr oder weniger scheibenförmig ausgebildet, wodurch relativ viel freie Interzellularsubstanz zwischen den einzelnen Zellsäulen freibleibt. Bei Durchführung von Fermentfärbungen ist von der Säulenknorpelschicht anfangend, zur Verkalkungszone hin, eine Zunahme der Aktivität nachweisbar.

Die letzte Schicht vor der Eröffnungszone ist die des Blasenknorpels. Die Zellen sind blasenartig aufgetrieben und gehen in der Eröffnungs- oder Verkalkungszone zugrunde, in der durch die Aktivität der Osteoblasten die Osteogenese beginnt.

II. Gefäßversorgung

Die Epiphysenfuge wird beim heranwachsenden Organismus sowohl von epiphysär als auch von diaphysär mit Blut versorgt. Dabei dient das schlingenförmige epiphysäre Gefäßnetz der Ernährung des wachsenden Epiphysenknorpels, während die büschelförmigen metaphysären Gefäße hauptsächlich die Mineralisation bewerkstelligen. Diese beiden Gefäßsysteme und zusätzlich das der Arteria nutricia sind durch periostale Anastomosen miteinander verbunden. Durch diesen Aufbau der Blutversorgung wird lediglich der Säulenknorpelbereich per diffusionem ernährt. Diese Zone der Hypoxie ist jedoch eine Voraussetzung für die in diesem Bereich einsetzende Bildung polymerer Saccharide (TRUETA).

Störungen in der Gefäßversorgung haben selbstverständlich Einfluß auf das empfindliche Wachstumsorgan des Knochens.

So besteht die Gefahr, daß es bei einer kompletten Unterbrechung der epiphysären Gefäße zu irreparablen Wachstumsstörungen kommt, während es bei Traumen, wie Schaftfrakturen oder entzündlichen Prozessen (z.B. Osteomyelitis in der Nähe der Epiphysenfuge) infolge reaktiver Hyperämie zu überschießenden Wachstumsprozessen und Fehlwachstum kommen kann.

III. Physiologie des Längenwachstums

Das Längenwachstum der Röhrenknochen findet in der Epiphysenfuge dadurch statt, daß sich im Stratum germinativum ständig neuer Knorpel bildet, während in der Zone des Säulenknorpels der Knorpel durch die Aktivität der Ostoeblasten verknöchert. Dieses Längenwachstum ist dann beendet, wenn weitere Knorpelbildung unterbleibt und die Ossifikation den Knorpelvorrat aufgebraucht hat. Dies spielt sich vom 16. Lebensjahr (Verschwinden der distalen Epiphysenfuge des Femur, der proximalen Epiphysenfuge von Humerus, Tibia und Fibula) bis zum 21. bis 23. Jahr hin ab. Die Beurteilung der Wachstumsfuge ist aus diesem Grund auch ein wichtiges Kriterium für das Skelettalter.

Nach dem Verschwinden der Epiphysenfuge ist nur mehr ein Breitenwachstum des Knochens möglich. Dies geschieht durch Apposition aus der inneren Schicht des Periosts, der Kambiumschicht. Diese Zone bleibt das ganze Leben über erhalten und ist verantwortlich für die Anpassung des Knochens an vermehrte Belastung, bei der statisch weniger beanspruchte Teile durch die Osteoklasten abgebaut werden, dafür aber Gebiete starker Beanspruchung zusätzlich Knochengewebe erhalten.

Die Ossifikationsvorgänge in der Epiphysenfuge stehen unter dem Einfluß verschiedener Hormone und Vitamine (GIULIANI, ZUCKERSCHWERDT, CATEL).

Bis zur Pubertät zeigt das Somatotrope Hormon (STH) der azidophilen Zellen im Hypophysenvorderlappen und das Thyroxin der Schilddrüse den maßgeblichen Effekt. Mit Eintreten der Pubertät kommt es dann durch die Geschlechtshormone zunächst zu vermehrtem Wachstum, um dann jedoch durch die Verknöcherung der Epiphysenfuge zum Wachstumsstillstand zu gelangen.

Für diese Doppelrolle der Androgene und Östrogene gibt es folgende Thesen (CATEL):

Schwache Dosen ergeben einen Wachstumsschub durch Proliferation der Knorpelzellen, hohe Dosen aber eine Involution des Säulenknorpels und eine Steigerung der Ossifikation. Außerdem besteht noch die Möglichkeit, daß sich die hormonelle Ansprechbarkeit der Epiphysenfuge verringert oder erlöscht. Der genaue Wirkungsmechanismus ist noch nicht in allen Einzelheiten bekannt.

Ein weiteres Hormon, daß durch die Aktivierung der Osteoklasten zur Knochenresorption und dadurch zum Anstieg des Calciumspiegels im Blut führt, ist das Parathormon der Epithelkörperchen.

Von den Vitaminen haben hauptsächlich 3 Bedeutung (LEONHARDT):

Vitamin A	koordiniert die Osteoklasten- und Osteoblastentätigkeit beim Knochenumbau
Vitamin B	ist für die Bildung der Grundsubstanz durch die Bindegewebszellen unerläßlich
Vitamin D	fördert die Resorption von Calcium aus dem Darm und die Verkalkung und den Abbau des Knorpels.

Bei Mangelernährung kommt es zu entsprechenden Ausfallerscheinungen. Gravierende Auswirkungen haben Störungen im hormonellen Bereich. So kommt es zu Riesenwuchs beim Tumor der STH-bildenden Zellen des Hypophysenvorderlappens und bei der Kastration in früher Kindheit durch den Ausfall der hemmenden Wirkung der Geschlechtshormone. Anderenteils bedingt ein früher Beginn der Geschlechtsreife einen kleineren Körperbau. Es dürften aber noch eine Vielzahl anderer Faktoren eine Rolle bei den Wachstumsvorgängen spielen, die in ihren Einzelheiten noch nicht geklärt sind.

C) Frakturen der Epiphysenfuge

I. Arten von Epiphysenfugenfrakturen

Nach der Kenntnis des histologischen Aufbaus der Epiphysenfuge und der Physiologie des Längenwachstums ist es einzusehen, daß es verschiedene Schweregrade von Epiphysenfrakturen gibt.

Viele Autoren fühlten sich deshalb veranlaßt, eine Klassifizierung der Wachstumsfugenbrüche vorzunehmen.

Eine der ersten Einteilungen stammt von AITKEN aus dem Jahre 1935.

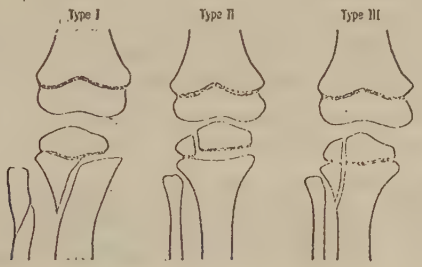


Abb. 2 Einteilung der Epiphysenfugenfrakturen nach *Aitken*.

Seine anatomisch-röntgenologische Unterscheidung hat sich für die Praxis im Hinblick auf das therapeutische Vorgehen bewährt und besitzt auch heute noch Gültigkeit.

Er unterscheidet:

1. die einfache Abscherung, also die Lyse (Aitken 0)
2. die Abscherung mit metaphysärem Keil (Aitken I)
3. den Bruch der Epiphyse durch direkte Kompression (Aitken II)
4. die Fraktur mit epi-metaphysärem Fragment (Aitken III)

Eine Ergänzung erfuhr diese Einteilung durch SALTER und HARRIS im Jahre 1963 und durch MÜLLER und GANZ 1974:

Tabelle I:

	Aitken (1935)	Salter u. Harris (1963)	Müller u. Ganz (1974)	Morscher (1976)
Lyse	0	I	I	Epiphysenlösung
Lyse + metaphysäres Fragment	I	II	II	
Lyse + epiphysäres Fragment	II	III	III	Epiphysenfraktur
Epi-metaphysäres Fragment	III	IV	IV	
Stauchung ("Crush")		V	V	
periepiphysäre Verletzung			VI	

Dabei stellt Typ V nach SALTER und HARRIS die sehr seltene, röntgenologisch kaum erfaßbare, therapeutisch schwer zu beeinflussende Stauchungsfraktur des Stratum germinativum dar, während Typ VI nach MÜLLER und GANZ sich als epimetaphysäre Brückenverletzung, entsprechend einer lateralen Fraktur Typ Aitken III einschätzen läßt.

Der neueste Vorschlag einer Typisierung von Epiphysenfugenverletzungen stammt von MORSCHER aus dem Jahr 1976.

Er bemängelt, daß man versucht hat, die für die distale Tibia- und die distale Femurepiphyse zutreffenden Verletzungsformen für allgemein gültig zu erklären. Außerdem führt er an, daß zwischen dem Typ Aitken II und dem Typ Aitken III weder vom unfallmechanischen noch vom therapeutischen Standpunkt aus ein wesentlicher Unterschied besteht.

Er schlägt deshalb eine Zweiteilung vor, da der Unfallmechanismus (näheres siehe nächstes Kapitel) sowohl bei der Lyse als auch bei der Aitken I-Fraktur auf Zug- und Scherkräften beruht, und die Aitken II als auch die Aitken III-Verletzung im wesentlichen durch Druckkräfte hervorgerufen wird.

Er bezeichnet die beiden ersten Frakturen als Epiphysenlösungen und die beiden letzten als Epiphysenfrakturen.

Seine Einteilung begründet er durch die Tatsache, daß es nur bei der Aitken II und der Aitken III-Fraktur zu einer Läsion der Germinativzone kommt, die primär Wachstumsstörungen nach sich ziehen kann, während es bei den Epiphysenlösungen höchstens sekundär zu entsprechenden Veränderungen kommt.

II. Unfallmechanismus der Epiphysenfugenfrakturen

Daß eine Verletzung der Wachstumsfuge bei Kindern keine Seltenheit ist, beweist eine Untersuchung von MORSCHER, der feststellte, daß etwa auf jede zehnte Fraktur bei Kindern eine Epiphysenlösung bzw. -fraktur entfällt, wobei nach EHALT Knaben viermal häufiger betroffen sind als Mädchen. Eine Häufung dieses Ereignisses tritt während der Pubertät auf, was auf die größere sportliche Aktivität in diesem Alter zurückgeführt wird (EHLERS, EBERLEIN).

Aus genau dem gleichen Grund sind die Verletzungen in den ersten zehn Lebensjahren im allgemeinen leichter Art, während im zweiten Dezennium häufiger Komplikationen auftreten, da die einwirkenden Kräfte bei älteren Kindern meist wesentlich größer sind. Je nach Art des Unfallgeschehens unterliegt die Epiphysenfuge Druck-, Zug-, kombinierten Druck- und Zug- sowie Schubkräften, die für die Pathogenese der Verletzungen von ausschlaggebender Bedeutung sind.

Die Art und Größe der Gewalteinwirkung kann somit auch den Typ der Epiphysenfugenfraktur (HERTEL, KLAPP) bedingen:

Epiphyseolysen

Die Schicht der hypertrophischen Epiphysenfugenzellen stellt in der Kette "Diaphyse-Metaphyse-Band-Kapsel" trotz starker Periostumscheidung das schwächste Glied dar, wofür die ungünstige Relation Matrix zu Zellvolumen verantwortlich zu machen ist. Bei entsprechender Gewalt (Zug, Kippung, Scherung) kommt es deshalb klinisch und experimentell zu Lysen im Bereich der Zellhypertrophie, und zwar besonders an Epiphysen, die sich gerade in einem Wachstumsschub befinden.

Aitken I-Verletzungen:

Dieser Verletzungstypus wird wohl immer durch indirekte, abkippende Gewalt erzeugt, wobei auch eine Stauchungskomponente beteiligt sein kann. Es kommt dabei zu einer Abstauchung eines metaphysären Fragmentes auf der Konkavseite. Während in dieser Gegend das Periost intakt bleibt, reißt auf der Konvexseite der Periostschlauch ein. Bei ungleicher Rupturhöhe von Periost und Epiphysenfuge besteht dann die Möglichkeit einer Periostinterposition, die bei konservativer Reposition zu einem unüberwindbaren Hindernis führen kann.

Aitken II-Verletzungen:

Sie werden durch stauchende Gewalt mit eventueller Kippkomponente erzeugt. Während bei den vorangehenden Frakturen das Stratum germinativum erhalten geblieben ist, wird bei diesem Verletzungstyp die Zone des wachsenden Knorpels vom Frakturspalt durchkreuzt.

Aitken III-Verletzungen:

Hier handelt es sich um eine Verletzung, die durch heftige axiale Gewalt zustande kommt. Dabei wird ein epimetaphysäres Fragment vom Knochen abgetrennt. Auch in der Umgebung der Frakturstelle kann es zu einer beträchtlichen Schädigung des Epiphysenknorpels kommen.

Crushverletzungen (Typ V nach Salter und Harris):

Sie werden ebenfalls durch heftig axial stauchende Gewalt erzeugt. Es kommt zu einer Druckschädigung des Stratum germinativum, die primär röntgenologisch weitgehendst unsichtbar ist und erst später an der Deformität bzw. dem verfrühten Epiphysenfugenschluß erkennbar ist. Glücklicherweise ist diese Verletzung relativ selten.

Im Hinblick auf die bevorzugte Lokalisation traumatisch bedingter Läsionen der Epiphysenfuge werden in der Literatur unterschiedliche Angaben gemacht:

Nach EHLERS und EBERLEIN sind traumatische Epiphysenlösungen am unteren Speichenende am häufigsten. Sie wurden in 39 % der Fälle gefunden. EHALT bestätigt diese Beobachtung, indem er in seinem Krankengut 49 % aller Epiphysenfrakturen am distalen Radiusende registrierte.

An den unteren Extremitäten dominieren die supramalleolären Fugenläsionen (EHALT, VIEHWEGER), Epiphysenlösungen am distalen Oberschenkel werden dagegen als selten bezeichnet (EHALT, KÜSSWETTER).

In gleicher Weise rar sind echte traumatische Epiphysenlösungen am Femurkopf, die u. a. als Geburtstrauma beobachtet werden.

Eine gewisse Häufung an Wachstumsfugenbrüchen gibt es noch im Ellbogenbereich, während alle anderen Epiphysen hin und wieder betroffen sind, ohne jedoch dabei ein größeres Kollektiv einzunehmen.

III. Prognose der Epiphysenfugenfrakturen

Die Prognose der Epiphysenfugenfrakturen hängt selbstverständlich vom Frakturtyp ab.

Die reine Lyse und die Frakturen mit metaphysärem Fragment (Aitken I) sind prognostisch sehr günstig, da sie die empfindlichste Schicht der Epiphysenfugen, die Zone der Knorpelzelleubildung, nicht berühren; das Stratum germinativum bleibt intakt. Die Frakturlinie läuft an der schwächsten Stelle metaphysenwärts: zwischen der Zone des Säulenknorpels und der Knochenbildungszone im Bereich der degenerierten Knorpelzellen (BERGENFELDT, MORSCHER). Oft sind jedoch frei-flottierende Periostfetzen in den Frakturspalt eingeschlagen, die eine Reposition verhindern können.

Beim Typ Aitken I ist neben der Lyse noch ein mehr oder weniger großes Fragment mitbetroffen. Trotz Dislokation ist die Fugenschädigung gering, da die epiphysäre Gefäßversorgung meist unangetastet bleibt.

Im frühen Kindesalter wird sich deshalb nach selbst ungenauer Reposition ein Achsenfehler durch die noch wirksamen, jugendlichen, umformenden Wachstumspotenzen ausgleichen. Die Wachstumsfuge stellt sich wieder senkrecht zur Belastungszone ein.

Läßt diese Fähigkeit jedoch gegen Ende des Wachstumsalters nach, können Achsenfehler nicht mehr vom Organismus ausgeglichen werden. Deshalb müssen auch diese harmlosen Verletzungen vor Wachstumsabschluß besonders exakt reponiert werden.

Die Verletzungen vom Typ Aitken II und III hingegen zeigen eine Frakturlinie, die alle Knorpelzonen, auch das Stratum germinativum, kreuzt. Die Problematik und Prognose dieser Verletzungen sind folgende: Wird eine Fraktur diese Types nicht anatomisch reponiert, so kann in den Spalt Kallusgewebe eindringen, der dann durch die Epiphysenfuge hindurchwächst. Dies kommt dann dem lokalen Verschluß der Fuge gleich und führt zu einer lokalen Epiphyseodesenwirkung mit nachfolgendem Fehlwachstum (SÜSSENBACH, WEBER, WITT).

Während die totale Zerstörung der Wachstumsfuge zu einem Sistieren des gesamten Längenwachstums führt (Crushverletzung) resultiert bei partieller, asymetrischer Schädigung des Fugenknorpels eine Änderung der Wachstumsrichtung, da ein Teil der Fuge verkleben und verknöchern kann. Es kommt zu einer Achsenfehlstellung mit verstärkter Valgus- oder Varusbildung.

Der Ausprägungsgrad dieser Wachstumsstörungen ist jedoch wesentlich vom Skelettalter abhängig. Kommt es kurz vor der physiologischen Verknöcherung der Wachstumsfuge zu ihrer Schädigung, so wird das zu erwartende Fehlwachstum gering sein. Verletzungen der Epiphysenfuge im frühen Kindesalter können dagegen zu einer erheblichen posttraumatischen Achsenabweichung führen.

Im Bezug auf die Zahl der Epiphysenfugenverletzungen ist der Prozentsatz von nachfolgenden Wachstumsstörungen relativ gering.

BERGENFELDT berichtet über 319 Patienten, die in 5 % Wachstumshemmungen aufwiesen. EHLERS und EBERLEIN fanden unter 81 Epiphysenfugenverletzungen in 7 Fällen Wachstumsstörungen (= 9 %). Diese geringe Zahl von Spätschäden dürfte sowohl in der wesentlich häufiger zu beobachtenden, prognostisch günstigeren Epiphysenlösung als auch darin begründet liegen, daß etwa 3/4 aller Epiphysenfugenverletzungen in der Pubertät, also kurz vor Abschluß des Wachstums, erfolgen (MORSCHER).

Für die subjektiven Beschwerden als Folge von Epiphysenfugenfrakturen spielt auch die Lokalisation eine bedeutende Rolle.

So gibt es bei Längendifferenzen und Achsenfehlstellungen der oberen Extremität verständlicherweise weitaus weniger Beschwerden als bei entsprechenden Veränderungen an den unteren Gliedmaßen. Aufgrund der enorm großen statischen Belastung der Gelenke - vor allem des Fußes - können hier selbst geringfügige Änderungen der Achsenstellung eine erhöhte und beschleunigte Arthrosegefahr mit sich bringen. Zudem haben unterschiedliche Beinlängen Auswirkungen auf die Wirbelsäule, wie kompensatorische Skoliose mit all seinen Beschwerden.

D) Behandlung

I. Diagnose

Bei der klinischen Untersuchung eines Patienten mit einer Gelenksverletzung gibt es keine besonderen Merkmale, die auf eine Epiphysenfugenfraktur schließen lassen.

Alle äußeren Zeichen kann man ebenfalls bei Distorsionen mit Verletzungen der Bänder und Kapseln, also auch bei "gelenknahen Frakturen" finden.

Neben einer Schwellung besteht stets eine auffällige Druckempfindlichkeit und eine schmerzhafte Einschränkung der Gelenksbeweglichkeit. Auch Krepitation und abnorme Beweglichkeit ist oftmals zu sehen.
Erst ein Röntgenbild kann Aufschluß über das wahre Ausmaß der Verletzung geben. Jedoch kann die Erkennung einer Epiphysenfugenfraktur oftmals erhebliche Schwierigkeiten bereiten, da durch das zeitlich unterschiedliche Auftreten der Knochenkerne des Skeletts das Röntgenbild eines Kindes, je nach Alter, sehr unterschiedlich ist. Daher ist es manchmal nicht leicht, Varianten des Normalen von traumatischen Absprengungen zu unterscheiden, zumal dann, wenn das Trauma nur geringfügig war.

Insbesondere im Bereich des Ellbogens, in dem eine Vielzahl von Knochenkernen unterschiedlichen Reifegrades vorhanden ist, besteht leicht die Gefahr, eine derartige Verletzung zu übersehen. Außerdem ist noch die Möglichkeit gegeben, Epiphysenlinien mit einem Frakturspalt zu verwechseln.

Aus all diesen Gründen ist es beim Kind notwendig, eine vergleichende Aufnahme der gesunden Seite ebenfalls in zwei Ebenen anzufertigen. Der Vergleich der verletzten Extremität mit der nicht betroffenen Seite läßt dann eine genaue Diagnose wesentlich einfacher stellen.

Nach Max LANGE ist es bei einer Verletzung des unteren Tibiaendes teilweise sogar erforderlich, eine gehaltene Aufnahme in Lokalanästhesie oder Allgemeinnarkose zu machen, da erst sie das abnorme Klaffen und die Verschiebbarkeit der Epiphyse aufdecken kann.

II. Therapeutisches Vorgehen

Obwohl noch vor einigen Jahren nahezu alle Epiphysenfugenfrakturen konservativ behandelt wurden (EHLERS, EBERLEIN, GALL, WEISSCHEDEL u.a.) betonen in neuerer Zeit viele Autoren (EHALT, SALTER, HARRIS, WEBER, WITT), daß eine anatomisch genaue Reposition in den meisten Fällen nur mittels eines operativen Eingriffes gewährleistet ist. Selbstverständlich richtet sich die Art des therapeutischen Vorgehens nach dem Typ der Wachstumsfugenverletzung.

Bei den einfachen Lysen ist es indiziert, einen konservativen Repositionsversuch zu unternehmen. Läßt sich die Extremität in achsengerechten Zustand bringen, so fixiert man das Ergebnis anschließend im Gipsverband.

Ist eine genaue Reposition nicht durchführbar, so besteht die Möglichkeit, daß Weichteile interponiert sind. In diesem Fall ist die operative Einstellung notwendig. Dieses Vorgehen ist angezeigt, um eine zusätzliche Schädigung des Fugenknorpels durch wiederholte Repositionsmanöver zu vermeiden.

Auch bei den Verletzungen vom Typ Aitken I wird in Vollnarkose ein einmaliger konservativer Versuch unternommen, um dann bei Mißlingen den operativen Weg zu beschreiten.

Die Frakturtypen Aitken II und III werden im allgemeinen sofort operativ behandelt, da nur so eine absolut spalt- und stufenfreie Adaptation der Fragmente erreicht und ein Fehlwachstum durch eine knöcherne Überbrückung der Epiphysenfuge vermieden werden kann. Dabei ist auf eine schonende Operationstechnik Wert zu legen.

Nachdem der Frakturspalt von etwaigem Interpositum befreit wurde, werden die Fragmente mittels Kirschnerdraht-Spickung (Minimalosteosynthese) zu einer guten Fixation gebracht. Epiphysäre bzw. epimetaphysäre Fragmente eignen sich häufig auch zur Verschraubung, wobei jedoch darauf geachtet werden muß, daß die Zugschraube nicht die Epiphysenfuge durchkreuzt, um nicht ungewollt einen wachstumshemmenden Effekt im Sinne einer Epiphyseodese zu erhalten.

Die Osteosynthese sollte auf ein Minimum beschränkt werden, da eine übungsstabile Osteosynthese nicht notwendig ist, um das maximal gute Ergebnis zu sichern.

Drei bis sechs Wochen nach der Operation erfolgt dann die Entfernung des eingebrachten Materials, um zusätzliche iatrogene Schädigungen der Wachstumsfuge zu vermeiden.

Die angeführten Kriterien sind prinzipiell bei allen Wachstumsfugenverletzungen gültig, ein abweichendes Vorgehen kann jedoch bei Nebenverletzungen von Nerven und Gefäßen angezeigt sein.

Auch in gesonderten Fällen, wie z.B. beim Abriß der Apophyse des Epicondylus humeri ulnaris kann abweichend verfahren werden. Da es sich hier um eine Epiphyse ohne große Wachstumspotenzen handelt, kann man bei veralteten Verletzungen auch zur Extirpation schreiten, ohne dabei mit Wachstumsstörungen rechnen zu müssen. Allerdings kommt es dabei zu einer geringen Bandinstabilität, wie wir es auch in einem unserer eigenen Fälle sahen.

Im Bereich des Ellbogengelenkes ist darüber hinaus besondere Beachtung den Verletzungen der Radiusköpfchenepiphyse zu schenken. Hier ist das Ligamentum annulare fast immer ein Repositionshindernis, so daß man meist selbst bei geringen Fehlstellungen der Fragmente, zur operativen Wiederherstellung schreiten muß. Nach exakter Einrichtung empfiehlt sich die transartikuläre Kirschnerdraht-Fixation, wie sie auch von A.N. Witt angegeben wird.

Zur Vermeidung von Wachstumsstörungen verbietet sich auch die Entfernung der Köpfchenepiphyse, da es dann zwangsläufig zu einer Verkürzung des Radius und zu einer manus radioflexa kommen würde.

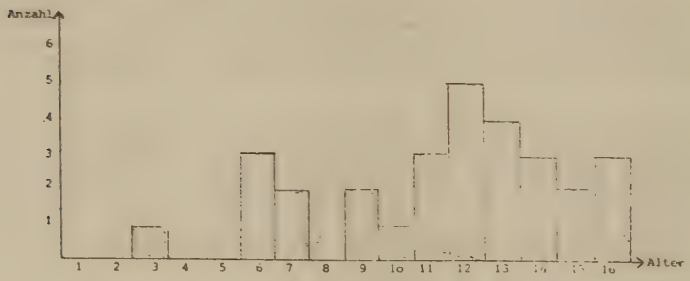
E) Eigene Untersuchungen

I. Krankengut

Das im Rahmen dieser Arbeit ausgewählte Krankengut umfaßt 29 Patienten im Alter von 3 bis 16 Jahren, die in der Zeit von 1970 bis 1976 mit traumatischen Epiphysenfugenverletzungen in die Orthopädische Klinik München-Harlaching zur operativen Behandlung kamen.

Der Unfall lag im kürzesten Fall 6 Monate vor der Nachuntersuchung und betrug im längsten 6 Jahre, so daß sich ein durchschnittlicher Zeitraum von annähernd 3 Jahren vom Operationstermin zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ergab. Dabei kamen die Kinder in 15 Fällen sofort nach dem Unfall in unsere Klinik zur Operation; 14 Patienten hingegen wurden zuerst konservativ behandelt und erst einige Tage später, nachdem das Repositionsergebnis unbefriedigend war, zur operativen Versorgung gebracht. In 3 Fällen waren sogar drei, vier bzw. fünf Wochen bis zur Operation verstrichen. Tabelle 2 zeigt die Verteilung der Epiphysenfrakturen auf die verschiedenen Altersklassen.

Tab. 2: Altersverteilung



Dabei fällt auf, daß nur ein Kind das schulpflichtige Alter noch nicht erreicht hatte, während das Gros der Patienten zwischen 12 und 16 Jahren alt war. Damit stimmen wir also in der Altersverteilung der Epiphysenfugenbrüche mit anderen Autoren (z.B. EHLERS und EBERLEIN) vollkommen überein.

Der Grund für das häufigere Auftreten von Frakturen im 2. Dezennium (20 Fälle im Gegensatz zu 9 im 1. Dezennium) liegt, der Literatur zufolge, in der größeren sportlichen Aktivität in diesem Alter (EHLERS, EBERLEIN). Dies dokumentiert sich auch in unserem Krankengut, bei dem sich 16 Fälle bei sportlicher Betätigung ereigneten, wobei jeder Patient älter als 10 Jahre war. Davon war 10 männliche und 6 weibliche Patienten.Während bei den Knaben das Fußballspielen beim Unfallgeschehen überwog (9 x, außerdem 2 x beim Schulturnen und 2 x beim Skifahren),war die Hauptursache bei den Mädchen das Skifahren (4 x Skifahren, 1 x Schulturnen, 1 x Reiten). Bei den jüngeren Kindern dagegen war der Anlaß der Fraktur ein Sturz zu Hause, beim Spielen oder aus sonstigen Gegebenheiten.

In der Verteilung auf die Geschlechter dagegen weicht unser Krankengut von dem anderer Autoren ab. Während das Verhältnis Knaben zu Mädchen meist 3:1 beträgt (GALL), haben wir 16 männliche und 13 weibliche Patienten. Dies ergibt mit 55 % Knaben und 45 % Mädchen annähernd ein Verhältnis von 1:1.

Die Lokalisation der von uns operativ behandelten Epiphysenfrakturen ist in Tabelle 3 zusammengestellt. Dabei fällt auf, daß die Brüche der distalen Tibia und Fibula, mit fast einem Drittel der Fälle, den größten Platz einnehmen, gefolgt von Absprengungen des Epicondylus humeri ulnaris und Frakturen des proximalen Radiusköpfchens. Epiphysenverletzungen der proximalen Tibia und des proximalen Humeruskopfes waren dagegen nur spärlich in unserem Krankengut vertreten.

Tab. 3: Lokalisation und Anzahl der Fälle

Lokalisation	Anzahl	Prozent	nachuntersucht
Distale Tibia	9	31,0	7
Epicondylus ulnaris	6	20,6	5
Radiusköpfchen	5	17,3	5
Epicondylus radialis	4	13,8	4
Proximaler Humerus	2	6,9	2
Proximale Tibia	2	6,9	2
Distaler Radius	1	3,5	1
	29	100,0	26

Die distale Radiusepiphyse, die der Literatur zufolge mit Abstand am häufigsten betroffen ist, kam bei uns nur ein einziges Mal zur operativen Versorgung. Hier möchte ich noch einmal darauf hinweisen, daß die Patienten der Orthopädischen Klinik München-Harlaching sehr oft nicht direkt aufgenommen werden, sondern meist überwiesen werden, so daß unser Krankengut schon selektiert ist und durch die einweisenden Ärzte bereits eine Vorauswahl getroffen wird.

Von unseren 29 Patienten konnten 26 nachuntersucht werden. Einer hatte seinen Wohnsitz in die Schweiz verlegt, während 2 Kinder aus unbekannten Gründen nicht zur Nachuntersuchung erschienen.

II. Methode der Nachuntersuchungen

Da wir uns bei der Beurteilung unserer Ergebnisse nach den Kriterien von R. MORGER richteten, gingen wir auch bei der Nachuntersuchung nach den angeführten Punkten (siehe Tabelle 4) vor.

Tabelle 4:

Beurteilungskriterien nach R. MORGER

1. Inspektion:
   Haut, Deformität, Nerven
2. Messungen:
   Umfang, Länge, Achsenabweichung
3. Beweglichkeit
4. Muskelkraft
5. Röntgenkontrolle

Beurteilung:

ideal:	Punkt 1 bis 5 normal, seitengleich
gut:	geringe Abweichung von einem Punkt, der bis zur Untersuchung nicht aufgefallen war
genügend:	wenn keine Behinderung im Alltag, also funktionell praktisch ohne Ausfall
ungenügend:	funktionell deutlicher Ausfall

Nach der genauen Durchsicht der Krankenblattunterlagen wurden die Patienten zunächst anamnestisch nach Beschwerden gefragt (Wetterfühligkeit, Belastungs-, Bewegungs- oder Dauerschmerz), die eventuell noch durch die zurückliegende Fraktur bedingt sind.

Bei der anschließenden körperlichen Untersuchung wurden die Narbenverhältnisse geprüft und auf etwaige Deformitäten, Durchblutungs- oder Sensibilitätsstörungen des betroffenen Gliedes geachtet. Außerdem wurde eine grobe Muskelkraftkontrolle durchgeführt (Punkt 4 nach R. MORGER).

Bei den darauffolgenden Messungen wurde dann stets ein Vergleich mit der Gegenseite getroffen. Bei der Umfangmessung wurde darauf geachtet, ob noch eine Schwellung im Gelenksbereich bestand bzw. ob die zugehörigen Muskeln noch atrophisch waren.

Da ja Wachstumsstörungen eine häufige Komplikation nach Epiphysenfugenfrakturen sind, wurden daraufhin die Extremitäten nach Länge und Achsenabweichung verglichen, um eine Valgus- oder Varusbildung verifizieren zu können. Die Längen wurden dabei zwischen folgenden Knochenpunkten gemessen (ALLGÖWER M.):

Oberarm:	Akromion-Epicondylus humeri lateralis
Unterarm:	Olecranon-Processus styloideus ulnae
Unterschenkel:	Medialer Kniegelenksspalt-malleolus medialis.

Anschließend wurde die Beweglichkeit in den betroffenen Gelenken nach der Neutral-Null-Methode geprüft.

Schließlich erfolgten Röntgen-Kontrollen von der ehemaligen Bruchstelle in frontaler und seitlicher Ebene. Um die Epiphysenfugenverhältnisse exakt beurteilen zu können, wurden ebenfalls Aufnahmen von der entsprechenden Gegenseite gemacht.

III. Ergebnisse der Nachuntersuchungen

1) Proximaler Humerus

Der gleiche Unfallmechanismus, der beim Erwachsenen zu einer Fraktur des Collum chirurgicum führt, kann bei Kindern zu einer Lösung der proximalen Humerusepiphyse führen. Dies kann geschehen bei einem Fall auf die Außenfläche der Schulter und ferner bei einem Sturz auf den Ellbogen und die Hand. Die Fraktur entsteht dann durch den Achsenstoß oder durch ein Zusammenwirken von Biegung und Kompression (KREBS, STREICHER). Weiterhin kommt diese Verletzung auch als Geburtstrauma bei Beckenendlagen vor. Während es bei jüngeren Kindern meist zu Lysen kommt, handelt es sich bei älteren eher um Aitken-I-Verletzungen. Bei der Reposition brauchen keine so hohen Anforderungen gestellt werden wie bei der unteren Extremität. Lediglich bei Interposition der langen Bicepssehne ist offenes Vorgehen notwendig. Meist genügt jedoch ein Thoraxgipsverband, der für 4 bis 6 Wochen belassen wird. In Einzelfällen ist es notwendig, ein geschlossenes Repositionsergebnis durch percutane Kirschnerdrahtspickung zu halten. In unserem Krankengut befinden sich zwei Fälle von Epiphysenfrakturen des proximalen Humerus, die operativ behandelt wurden.

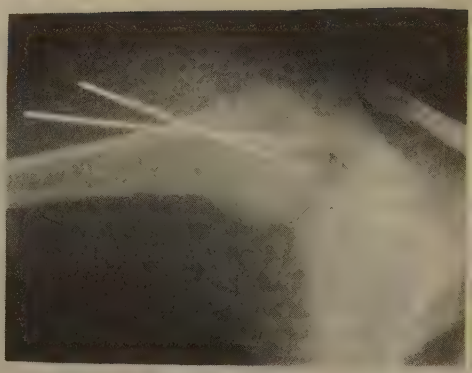
Fallbeschreibung:

Fall 1: Die 11jährige Monika D. stürzte am 3.10.74 vom Pferd und zog sich dabei eine Epiphysenlösung des proximalen Humeruskopfes zu. Am selben Tag wurde nach Reposition und Kirschnerdrahtfixation ein für 6 Wochen belassener Thoraxabduktionsgips angelegt.
Die Nachuntersuchung genau 1 Jahr nach dem Unfall ergab ein ausgezeichnetes Ergebnis, da sich keinerlei Unterschiede in Bezug auf Beweglichkeit, Belastbarkeit, Längen- und Umfangsmaße zum Gegenarm ergaben.

Fall 2: (siehe Abb. 3)
Die 6 1/2 jährige Marianne K. wurde am 9.3.76 von einem LKW angefahren und erlitt dabei eine Aitken-I-Fraktur des rechten Humeruskopfes. Nach dem erfolglosen Versuch einer geschlossenen Reposition wurde das Kind operiert. Es zeigte sich, daß eine starke Periostinterposition die manuelle Reposition verhindert hatte. Nach exakter Einrichtung wurde die Fraktur mit 2 Kirschnerdrähten fixiert.
Die Nachuntersuchung 6 Monate nach dem Unfall zeigte ein ideales Ergebnis.

Beide Patientinnen konnten mit einem sehr guten Ergebnis entlassen werden. Sie zeigten beide keinerlei Beschwerden in ihrer verletzten Schulter, obwohl im Fall 2 der Unfall erst ein halbes Jahr zurücklag. Auch die klinischen Meßwerte und die Röntgenaufnahmen waren negativ.

a



b

Abb. 3: Marianne K. Epiphysenlösung des Humeruskopfes

a : Unfallfoto

b : Postoperativer Zustand

2) Epicondylus humeri radialis

Diese Art der Epiphysenfugenfraktur tritt sowohl durch direkten Sturz auf das äußere untere Ende des Humerus,als auch indirekt durch Fall auf die Hand bei gestrecktem oder leicht gebeugtem Arm auf (KREBS, STREICHER). Dabei wird das lange Zeit als einziger Teil der Epiphyse bestehende Capitulum humeri mitsamt einem schmalen Streifen der Diaphyse losgelöst. Deshalb ist diese Fraktur als intraarticuläre Abstauchungsfraktur vom Typ Aitken II bzw. Aitken III zu werten (HERTEL, KLAPP). Weiterhin kommt es meist zu einer groben Dislokation nach distal, die durch den Zug der am Epicondylus radialis ansetzenden Handstrecker bedingt ist.

Bei der Untersuchung der Patienten findet sich eine einseitige, sich auf den Oberarm fortsetzende Schwellung neben örtlichem Druckschmerz. Außerdem bereiten Bewegungen im Ellbogengelenk erhebliche Schmerzen. Um die Verletzung der Epiphyse im Röntgenbild richtig beurteilen zu können, ist eine Vergleichsaufnahme der gesunden Seite unumgänglich, da der Knochenkern des lateralen Epicondylus erst im 9. Lebensjahr auftritt (KLUGE) und daher diese Verletzung leicht übersehen werden kann.
Sehr wichtig ist auch die Betrachtung der seitlichen Röntgenaufnahme, die nicht selten die Verlagerung des abgesprengten Fragmentes ins Gelenk hinein zeigt.

Die Diskussion über die Art der Behandlung endet zugunsten der operativen Reposition, denn die Mehrzahl der Autoren (BLOUNT, KREBS,STREICHER, REHBEIN, HOFMANN, HERTEL, KLAPP) sind sich darüber einig, daß nur die Fixation des meist nach distal verlagerten Epicondylus radialis mittels Kirschnerdrähten eine ausreichende Stabilität ergibt. Verschraubungen durch die Epiphysenfuge sind auch nach HERTEL und KLAPP kontraindiziert, da sie eine laterale Epiphyseodese erzeugen und zum Fehlwachstum führen können.

In unserem Krankengut befinden sich 4 Fälle mit Absprengungen des Epicondylus humeri radialis, die alle dem Verletzungstyp AITKEN III zugerechnet werden können.

Bei der ersten Patientin kam es genau zu der Situation, die vorher erwähnt wurde. Obwohl sofort nach dem Unfall Röntgenbilder angefertigt wurden, erkannte man die Absprengung des lateralen Condylus nicht, da infolge des Alters des Mädchens noch kein Knochenkern gebildet war und daher kein Frakturspalt zu sehen war. Erst 14 Tage nach dem Ereignis kam das Kind dann in unsere Klinik zur operativen Versorgung. Wir entschlossen uns hier ausnahmsweise zur epiphyseren Verschraubung, ohne die Wachstumsfuge zu berühren, da die Bruchenden schon etwas bindegewebig umgebaut waren. Die Navikularschraube hat hier - im Vergleich zum Kirschnerdraht - den Vorteil, daß ein größerer Druck auf die Fragmente ausgeübt wird. Allerdings muß streng darauf geachtet werden, daß es zu keiner Kreuzung der Epiphysenfuge kommt.

Die anderen Patienten wurden sofort nach dem Unfall eingeliefert und das Ergebnis nach Reposition mit Kirschnerdrähten fixiert.

Fallbeschreibung:

Fall 1: (siehe Abb. 4)
Die fast 6jährige Andrea W., die beim Spielen auf den rechten Arm gefallen war, kam 14 Tage nach dem Unfall in die Ambulanz. Das Röntgenbild ergab eine Epiphysenfraktur des Capitulum humeri (Typ Aitken III) und eine Olecranon-Fraktur.
Das Fragment wurde, da die Bruchenden schon geringgradig vernarbt waren, mittels einer Navicular-Schraube diacondylär fixiert. Dabei achtete man darauf, daß die Epiphysenfuge von dem Metall nicht berührt wurde.
Bei der Nachuntersuchung 6 Wochen nach der Operation hatte die Patientin keine subjektiven Beschwerden mehr, die Operationsnarbe war noch keloidartig, jedoch reizlos. Bis auf eine Einschränkung der Beugung um 10° gab es im Vergleich zur gesunden Seite keinerlei Unterschiede, auch das Röntgenbild war unauffällig.

Fall 2: Der 13jährige Stefan H. stürzte im März 1976 beim Fußballspielen. Die Röntgenuntersuchung ergab eine Ellbogenluxation und eine Absprengung des lateralen Epicondylus. Nachdem eine Reposition mißlang, wurde am folgenden Tag operativ vorgegangen, wobei das Fragment mit 2 Kirschnerdrähten fixiert wurde.
6 Monate nach dem Unfall hatte der Knabe noch ein Streckdefizit von 15°, war aber bei allen anderen Untersuchungen unauffällig.

Fall 3: (siehe Abb. 5)
Die 5jährige Ute F. fiel beim Öffnen eines Vorhanges in der elterlichen Wohnung auf den rechten Ellbogen. Die Röntgenuntersuchung ergab eine Fraktur des Epicondylus radialis mit Dislokation, die noch am selben Tag mit 2 Kirschnerdrähten operativ fixiert wurde.
Die Nachuntersuchung 2 Jahre später ergab ein optimales Ergebnis, da keinerlei Unterschiede bei beiden Extremitäten festzustellen waren.

Fall 4: Die 13jährige Vera B. stürzte am 21.5.75 von einer Leiter und zog sich dabei einen Abriß des Epicondylus radialis zu, wobei das Fragment um 90° gedreht und in das Gelenk eingeschlagen wurde. Am selben Tag wurde eine Reposition und eine Spickung mit 2 Kirschnerdrähten durchgeführt.
Die Patientin äußerte bei der Nachuntersuchung 10 Monate nach dem Unfall keinerlei subjektive Beschwerden. Die klinische Untersuchung ergab bis auf eine Einschränkung der Beugung um 10° und einen Cubitus valgus von 5° keine weiteren Unterschiede zur gesunden Seite.

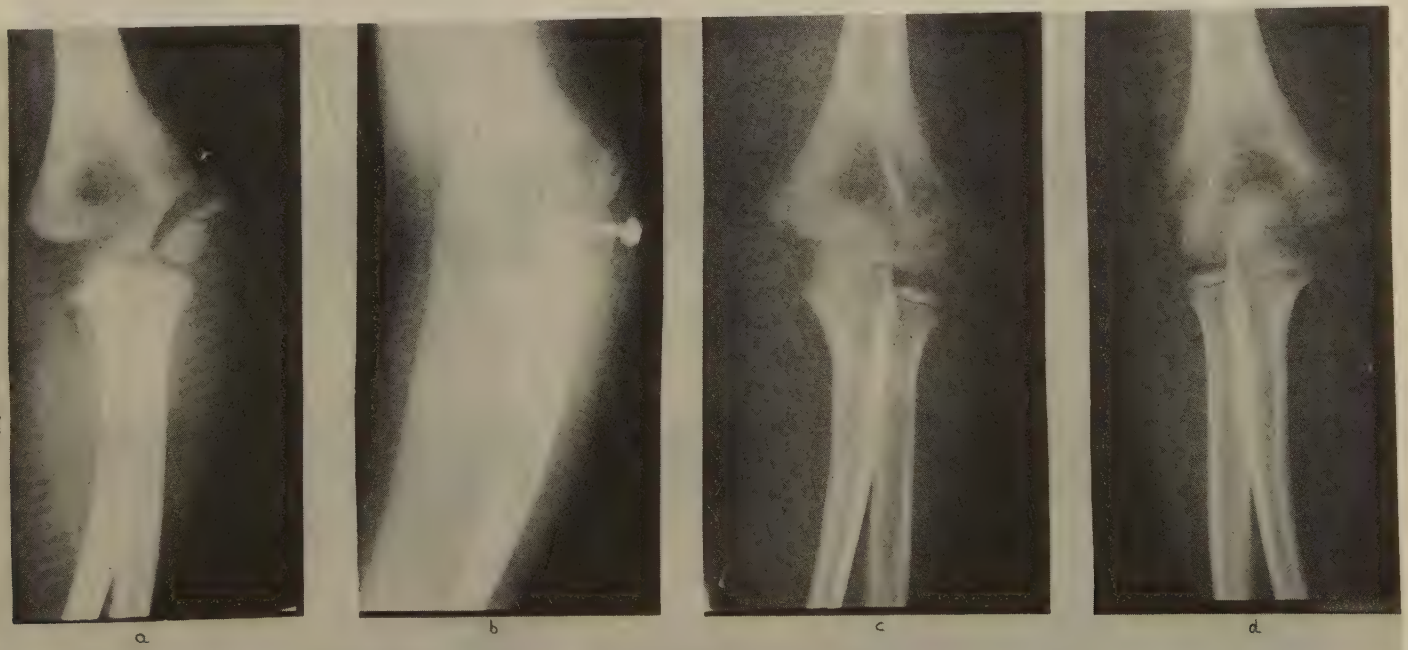
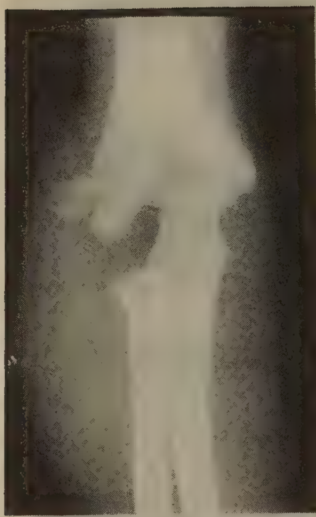
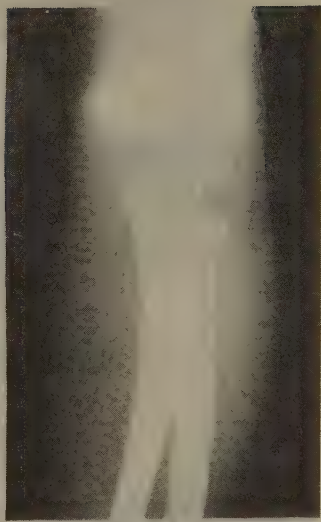


Abb. 4: Andrea W. Fraktur des Epicondylus radialis Typ Aitken III

a) Unfallfoto
b) Diacondyläre Verschraubung mittels Navikularschraube
c+d) Nachuntersuchungsergebnis

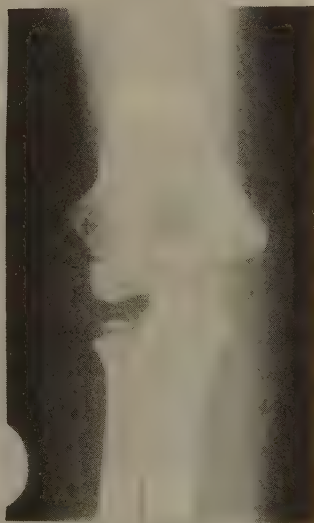


a



b

c



d

Abb. [illegible]: Ute P. [illegible] [illegible]-Fraktur des Epicondylus [illegible]

a und b : Unfallfotos

c : Postoperativer Zustand

d : Nachuntersuchungsergebnis

Die Ergebnisse waren recht zufriedenstellend, vor allem wenn man bedenkt, daß Fall 1, 2 und 4 noch keine ganzes Jahr zurückliegen.

Die Beweglichkeitseinschränkung war nur bei einem Patienten größer als 10°, was zu der Hoffnung Anlaß gibt, daß es in der Folgezeit noch zu einer restitutio ad integrum kommt. Nach einer Arbeit von KLUGE, der den postoperativen Verlauf von 7 Absprengungen des Epicondylus radialis untersuchte, bestand ausnahmslos 1/2 Jahr nach dem Unfall eine Streckhemmung von ca. 10°, die dann im Laufe der Zeit vollkommen verschwand.

Eine Varusbildung, die nach Untersuchungen von REHBEIN und HOFMANN in nahezu der Hälfte der Fälle als Wachstumsstörung zurückblieb, konnte bei uns nicht beobachtet werden. Im Gegenteil entstand bei einer unserer Patientinnen (Fall Nr. 4) ein verstärkter Cubitus valgus von 5°. Auch BÖHLER und BLOUNT fanden in ihrem Krankengut Cubitus-valgus-Stellungen nach Verletzungen des Epicondylus humeri radialis.

Eine Wachstumshemmung im Sinne einer Epiphyseodese trat nicht auf.

3) Epicondylus humeri ulnaris

Der Abriß des Epicondylus humeri ulnaris ist im Vergleich zum lateralen Condylus wesentlich häufiger betroffen, obwohl der Unfallmechanismus nach KLUGE bei beiden gleich ist, d.h. sowohl direkte als auch indirekte Gewalteinwirkung führt zum Abriß desselben.

Eine nähere Analyse des Verletzungsherganges war auch bei unseren Patienten nicht möglich, da man sich nicht mehr genau erinnerte und die meisten Kinder deshalb angaben, sie seien auf den Arm gefallen.

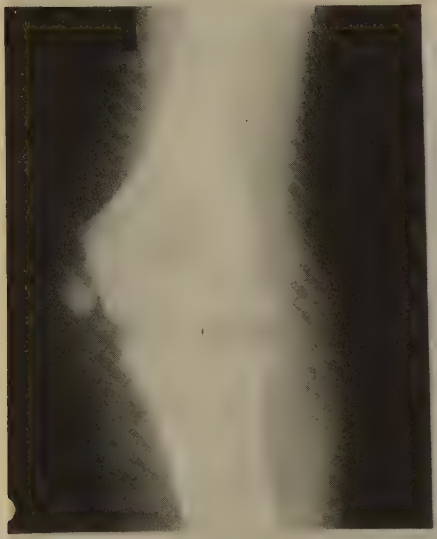
Die Absprengung des Epicondylus ulnaris ist im Gegensatz zur Verletzung des radialen Condylus eine reine Lyse, so daß Wachstumsstörungen nicht zu befrüchten sind. Der Epicondylus reißt anstelle des ulnaren Kollateralbandes und wird von der Handbeugemuskulatur nach distal gezogen, wobei er häufig im aufgeklappten Gelenk festklemmt.

Die Operationsindikation leitet sich auch nach HERTEL und KLAPP nicht aus der Prophylaxe der Wachstumsstörung ab sondern aus der zu erwartenden Beeinträchtigung der Gelenkmechanik und Gelenkstabilität.

Wir können über 5 Fälle von Absprengungen des Epicondylus humeri ulnaris berichten, von denen 2 Patienten konservativ vorbehandelt wurden, 2 sofort zu uns zur Operation kamen und ein Junge erst 5 Wochen nach dem Unfall zum Arzt ging, nachdem seine Schmerzen im Ellbogen nicht geringer wurden. Bei ihm war eine Fixation des Fragmentes auf Grund der Verkürzung und starken Vernarbung der Weichteile nicht mehr möglich, so daß das Knochenstückchen extirpiert werden mußte (Fall Nr. 1). In den anderen Fällen wurde eine Fixation mittels zweier Kirschnerdrähte durchgeführt, die in einem Fall noch durch eine Zuggurtung vervollständigt wurde.

Fallbeschreibung:

Fall 1: (siehe Abb. 6)
Der 13jährige Anton K. kam am 5.4.71 wegen starker Schmerzen im linken Ellbogen in unsere Klinik. Er gab an, er sei vor über 5 Wochen auf den gestreckten Arm gefallen. Auf dem Röntgenbild zeigte sich ein Abriß eines linsenförmigen Stückes des Epicondylus humeri ulnaris mit Dislokation von ca. 1 cm und Verdrehung. Wegen der starken Vernarbung und Verkürzung der Weichteile ließ sich eine Reposition nicht mehr erreichen, deshalb wurde das Fragment entfernt.
Das Ergebnis bei der Nachuntersuchung 4 1/2 Jahre später erwies sich als ausgezeichnet. Der Patient litt unter keinerlei Beschwerden; klinisch zeigte sich, daß das radioulnare Band etwas elongiert war und dadurch das Gelenk etwas aufklappbar war. Alle anderen Untersuchungen ergaben keine Unterschiede zur Gegenseite und zeigten uneingeschränkte Funktion des Gelenkes.



a

b

c

Abb. 6: Anton J. Abriß des Epicondylus ulnaris

a : Unfallfoto 1971

b : 9 Wochen danach starke Narbenbildung

c : Nachuntersuchung, Regeneratbildung

Fall 2: (siehe Abb. 7)
Am 5.5.71 stürzte Helmut W., damals 16 Jahre alt, in der Schule auf den linken ausgestreckten Arm. Er kam noch am selben Tag zu uns, sein abgesprengter Epicondylus hum. ulnaris wurde mit 2 Kirschnerdrähten fixiert.

Das Ergebnis bei der Nachuntersuchung 4 1/2 Jahre später war sehr gut, da es sowohl subjektiv als auch klinisch keine Anzeichen mehr gab, die auf die Fraktur hinweisen würden.

Fall 3: (siehe Abb. 8)
Am 24.4.74 stürzte die 12jährige Christine K. beim Sport auf den linken Arm. Dabei kam es zu einer Abscherung der Epiphyse des medialen Epicondylus, der zunächst nur mit Oberarmgips behandelt wurde. Da sich jedoch bei der RöKo eine erneutliche Distraktion des Fragmentes zeigte, kam sie zur Operation. Dort sah man, daß das Epiphysenfragment nach distal und dorsal luxiert war. Nachdem man zuerst versucht hatte, das Bruchstück mit einer Nahtkulturschraube zu fixieren, jedoch keine absolute Stabilität erreicht hatte, nahte man eine Zuggurtung mittels zweier Kirschnerdrähte und legte anschließend eine dorsale Gipsmanschette an.
Bei der Nachuntersuchung 1 1/2 Jahre später gab die Patientin an, sie habe bei Stößen gegen den Epicondylus Schmerzen, die in das Gebiet des N. radialis ausstrahlten, sonst sei sie aber vollkommen beschwerdefrei. Klinisch ergab sich eine Auffälligkeit des ulnaren Gelenker und ein vermehrter Valgus von 5°. Die Beweglichkeit war vollkommen intakt und auch Umfangsdifferenzen bestanden nicht.

Fall 4: Der 12jährige Jürgen S. fiel am 28.8.74 zu Hause auf den linken Ellbogen und zog sich dabei eine Absprengung des Epicondylus ulnaris zu, die am 30.8.74 mittels zweier Kirschnerdrähte wieder fixiert wurde.
Bei der Nachuntersuchung 14 Monate später fand man klinisch keine Hinweise auf die Verletzung. Auch subjektiv äußerte er keinerlei Beschwerden.

Fall 5: Am 4.6.74 stürzte der fast 16jährige Josef S. beim Fußballspielen auf den linken Ellenbogen. Nachdem er zuerst in einem Kreiskrankenhaus behandelt wurde, kam er 3 Tage nach dem Unfall zu uns zur Operation, mit einer Absprengung des Epicondylus humeri ulnaris. Das abgesprengte Fragment, das um 90° gedreht und in das Gelenk hineingeschlagen war, wurde nach der Reposition mit 2 zueinander gespreizten Kirschnerdrähten fixiert und anschließend mit einem Oberarmgips versehen.
Leider konnte der Patient nicht persönlich zur Nachuntersuchung erscheinen. Bei telefonischer Rücksprache gab er jedoch an, keinerlei Beschwerden zu haben, auch eine Bewegungseinschränkung oder Längenänderung des betroffenen Armes sei ihm nicht aufgefallen.

a

b

c

a

b

c

Abb. 8: Christine H. Abriß des Epicondylus ulnaris

a : Unfallfoto

b : Fixation mittels Zuggurtung

c : Nachuntersuchungsergebnis

Radiusköpfchen

Soweit man anamnestisch in Erfahrung bringen kann, entsteht diese Bruchform immer durch indirekte Gewalteinwirkung. Der Versuch des Fallenden, einen Sturz nach vorne mit gestrecktem Arm bei pronierter und dorsal flektierter Hand aufzufangen, führt durch die Übertragung der Aufprallkraft über den Radiusschaft zum Aufschlag des Radiusköpfchens auf das Capitulum humeri.

Je nach Alter des Betroffenen kommt es zu unterschiedlicher Frakturlokalisation und Bruchform. Während bei Erwachsenen gehäuft Frakturen des Radiusköpfchens vom einfachen Meißelbruch ohne Dislokation bis hin zur völligen Zertrümmerung des Köpfchens infolge Einstauchung der harten Radiusschaftcorticalis beobachtet werden, treten bei Kindern meistens Frakturen im Halsbereich auf, die bei Erwachsenen die Ausnahme darstellen (KRAUS).

Es ist jedoch nicht der Fall, daß diese typisch kindliche Frakturlokalisation durch die Anfälligkeit der unverknöcherten, weichen Epiphysenfuge bedingt ist, denn die Erfahrung zeigt, daß reine Epiphysenlösungen selten sind. Meist bleibt ein aus der Metaphyse abgesprengter Knochenkeil in Verbindung mit dem proximalen Fragment (Aitken I-Verletzung).

Die Häufigkeit solcher kindlicher Köpfchenfrakturen beläuft sich nach RAICH auf 8 % der Ellbogengelenksfrakturen, die nach gleicher Quelle 1/3 aller kindlichen Frakturen ausmachen. Eine bessere Vorstellung über die Häufigkeit ergibt sich jedoch aus absoluten Zahlen. Nach Auswertung der Literatur darf man davon ausgehen, daß diese Bruchform durchschnittlich ein- bis dreimal im Jahr im Krankengut beobachtet wird.

Charakteristisch für die kindliche Epiphysenfraktur des Radiushalses sind die Achsenknickung und die Seitverschiebung des Kopffragmentes nach radial. Dies hat auch Konsequenzen für die Therapie. Die einfache Lyse kann bei geringer Dislokation manuell geschlossen reponiert werden. Ist die Radiusköpfchenepiphyse jedoch verkippt und abgerutscht, muß offen reponiert werden, da häufig Interponate wie Band- und Kapselanteile gefunden werden. Nach schonender Reposition führten wir die transarticuläre, temporäre Kirschnerdrahtfixation durch, wie sie auch A.N. Witt angegeben hat.

Während es möglich und auch notwendig ist, ein Radiusköpfchen beim Erwachsenen nach schlecht verheilter Fraktur zu entfernen, wie Nachuntersuchungen von KEYL und Mitarbeitern beweisen, ist dies bei Kindern zu vermeiden. Eine Entfernung des Köpfchenfragmentes bei Kindern und Jugendlichen führt zu einer starken Cubitus valgus-Stellung, aber auch zur Verkürzung des Radius und dann zur Manus radioflexa (EHALT, BLOUNT u.a.).

Alle unsere Patienten waren subjektiv völlig beschwerdefrei und im Gelenk frei beweglich. Wie gesagt, bestand nur zweimal objektiv eine gewisse Aufklappbarkeit des ulnaren Kollateralbandes, jedoch im Röntgenbild keinerlei Arthrosezeichen. In einem Fall (Fall Nr. 3) fand man zusätzlich noch einen verstärkten Cubitus valgus von 5°.

In unserem Krankengut befinden sich 5 Fälle mit Frakturen des Radiusköpfchens, von denen zwei primär konservativ behandelt wurden (Fall Nr. 1 und Nr. 4).
Nachdem jedoch im ersten Fall drei Monate nach dem Unfall immer noch eine starke Beweglichkeitseinschränkung bestand und im anderen Fall das zuerst exakt reponierte Fragment wieder abgekippt war, entschloß man sich auch hier zur Operation.
Alle anderen Patienten kamen spätestens 2 Tage nach dem Sturz zu uns zur Operation.

Fallbeschreibung:

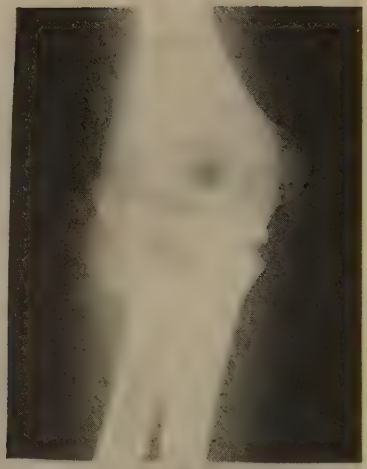
Fall 1: (siehe Abb. 9)
Die 11jährige Stefanie E. fiel am 3.8.70 von einer Schaukel und versuchte, den Sturz mit dem gestreckten linken Arm abzufangen. Dabei zog sie sich eine Absprengung des Radiusköpfchens zu. Nachdem sie zuerst 4 Wochen lang einen Oberarmgips trug, kam sie am 11.11.70, also 3 Monate nach dem Unfall aufgrund der immer noch bestehenden starken Beweglichkeitseinschränkung zu uns zur Operation. Auf dem Röntgenbild zeigte sich ein Zustand nach Absprengung des Radiusköpfchens und eine Dislokation des proximalen Fragmentes nach dorsal-radial mit Abkippung um 90°. Nach Reposition und transartikulärer Kirschner-Draht-Fixation erhielt die Patientin für 4 Wochen einen Oberarmgips, danach wurde mit krankengymnastischer Übungsbehandlung begonnen.

Bei der Nachuntersuchung 5 Jahre nach dem Unfall hatte das Mädchen keinerlei subjektive Beschwerden. Klinisch ergab sich eine Bewegungseinschränkung von 5° bei Beugung und Streckung, von 30° bei der Supination, während die Pronation vollkommen frei war. Außerdem ergab sich eine Armlängenverkürzung von 5 mm und ein vermehrter Cubitus valgus von 5°.

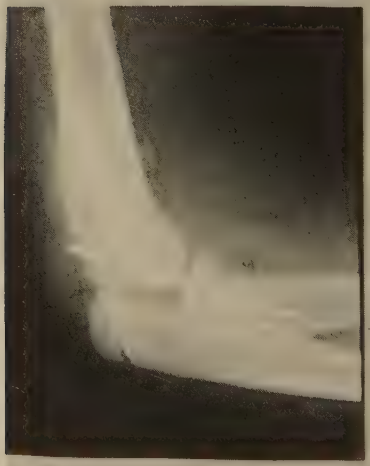
Fall 2: (siehe Abb. 10)
Die 9jährige Gisela L. stürzte am 14.8.71 im Gebirge auf den rechten Ellbogen. Dabei zog sie sich eine Epiphysenlösung des Radiusköpfchens mit lateraler Abkippung zu. Die transartikuläre Fixation des abgerutschten Radiusköpfchens erfolgte 2 Tage später.
Die Nachuntersuchung 4 Jahre später ergab von Seiten der Patientin keinerlei Beschwerden. Auch klinisch zeigte sich keine Funktionseinschränkung.

Fall 3: Stefan R. stürzte im Alter von 11 Jahren beim Bockspringen in der Schule auf den linken Arm und erlitt dabei eine Radiusköpfchenepiphysenfraktur mit erheblicher Dislokation. Die transartikuläre Kirschner-Draht-Fixation erfolgte am darauffolgenden Tag.
Bei der Nachuntersuchung 4 Jahre später gab der Patient noch geringen Belastungsschmerz an. Die Flexion war um 15°, die Supination um 30° eingeschränkt, während Extension und Pronation vollständig frei waren. Außerdem bestand eine Armlängenverkürzung von 1 cm und eine vermehrte Valgusstellung von 10°.

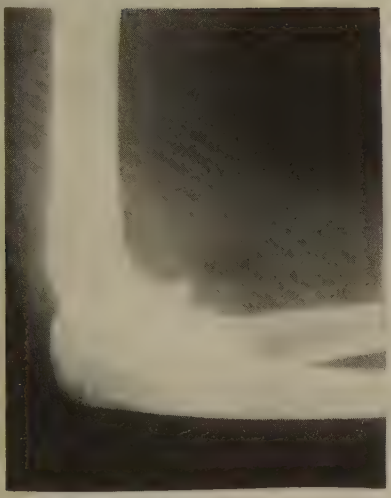
a

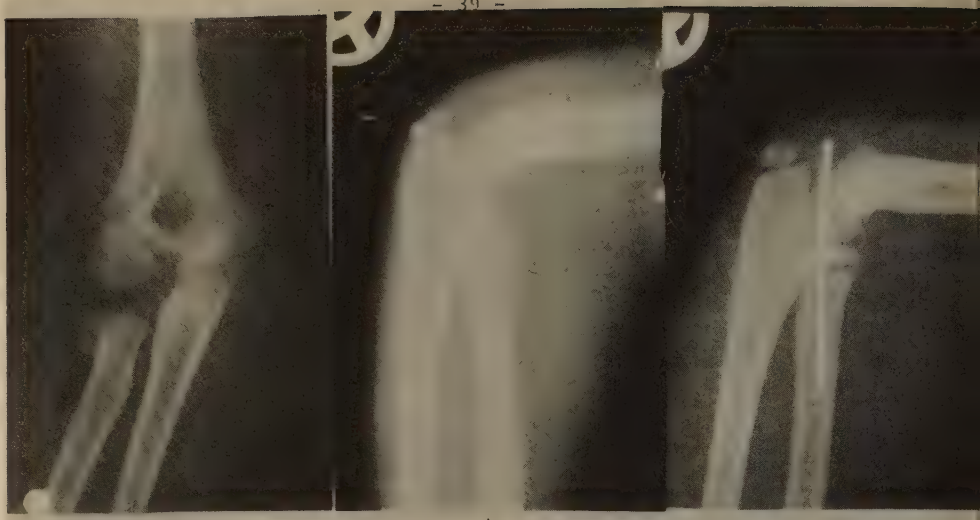


b

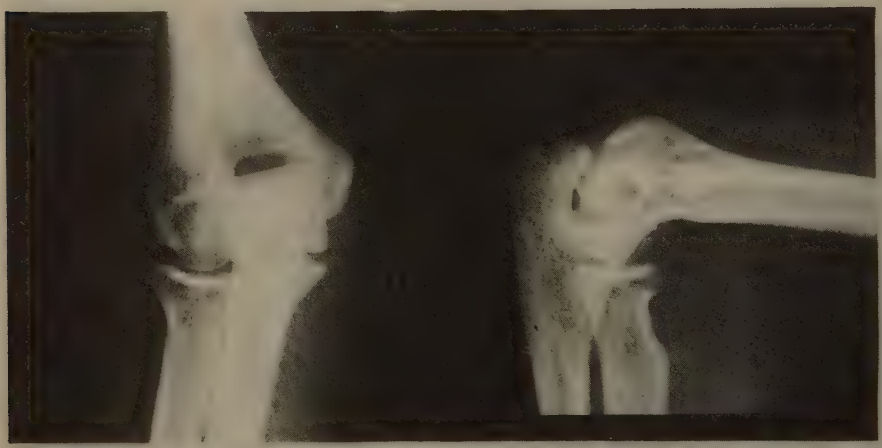


c





a b c



d e

Abb. 1[illegible]:Gisela L. Radiusköpfchenfraktur

a und b : Unfallfotos

c : Operationsfoto

d und e : Nachuntersuchungsergebnis einwandfrei

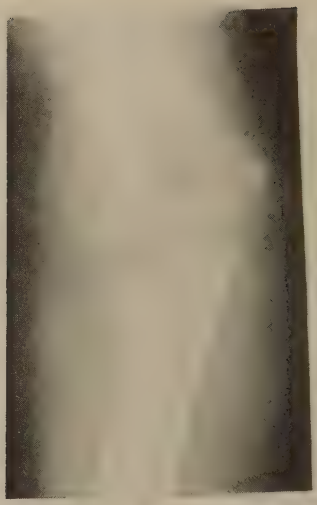
Fall 4: Der 7jährige Klaus S. stürzte beim Spielen auf den linken Unterarm und zog sich dabei eine Ellbogenluxation und eine Abscherung der proximalen Radiusepiphyse zu. Am 2.2.75, einen Tag nach dem Sturz, wurde ihm nach geschlossener Reposition ein Gipsverband angelegt. Bei einer Röntgenkontrolle am 6.2.75 wurde jedoch festgestellt, daß das Radiusköpfchen im Bereich der Epiphyse gering abgekippt war. Deshalb wurde am folgenden Tag eine transartikuläre Kirschner-Draht-Fixation durchgeführt und das Gelenk anschließend 3 Monate mittels Gipsverband fixiert.
Bei der im September, also 7 Monate nach dem Unfall, durchgeführten Nachuntersuchung, ergab sich ein ausgezeichnetes Ergebnis. Der Patient hatte keinerlei subjektive und klinische Unterschiede zu seinem nicht verletzten Arm.

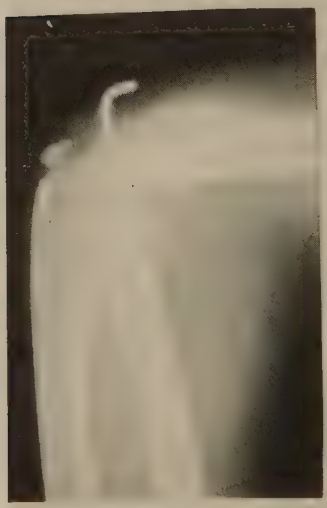
Fall 5: (siehe Abb. 11)
Die 9jährige Edith H. stürzte im Mai 75 vom Rad und zog sich dabei eine Radiusköpfchenfraktur zu, bei der das Fragment um 45° nach ventral-radial gekippt war. Am darauffolgenden Tag wurde eine transarticuläre Kirschnerdrahtfixation durchgeführt. Während die Röntgenkontrolle postoperativ in Ordnung war, ergab eine Kontrolle eine Woche später, daß der Kirschnerdraht im Gelenk gebrochen war. Die Ursache hierfür dürfte wahrscheinlich ein zu stark gepolsterter und zu locker angelegter Gips gewesen sein. Dieser Umstand zwang auf alle Fälle zur Entfernung des proximalen Drahtstückes. Nach dem Ziehen des verbliebenen Drahtes, 6 Wochen nach dem Unfall, zeigte das Mädchen eine inkomplette Radialisparese, die sich jedoch mit Beginn der Nachbehandlung bald wieder zurückbildete.

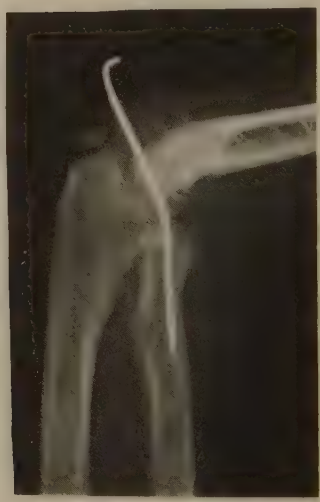
Die Nachuntersuchung 1 1/2 Jahre später ergab unser einziges schlechtes Ergebnis. Zwar gab das Mädchen keinerlei subjektive Beschwerden an, jedoch klinisch hatte sie einen starken Funktionsverlust. Beugung und Supination waren um 50° eingeschränkt, die Pronation um 45° und die Streckung um 20°. Außerdem hatte sie eine vermehrte Valgusfehlstellung von 15°.

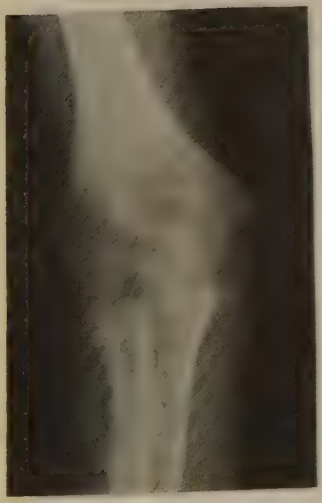
Im Ganzen betrachtet, haben wir zweimal ein ideales Ergebnis und jeweils einmal lautete das Resultat gut, genügend und ungenügend. Auffallend ist hier, daß die beiden jüngeren Patienten (beide 7 Jahre alt) ein sehr gutes Ergebnis ihres frakturierten Radiusköpfchens zeigen, während die beiden älteren ein gutes bzw. genügendes Resultat aufweisen. Der Fall 5 gilt selbstverständlich als Ausnahme, da hier, wie in der Fallbeschreibung näher erläutert ist, eine Komplikation im postoperativen Verlauf aufgetreten ist. Doch bei diesem Mädchen besteht die Hoffnung auf eine weitere Besserung, da der Unfall erst 9 Monate zurückliegt. Dennoch muß man rechnen, daß hier eine Funktionsstörung zurückbleiben wird.

Nach den subjektiven Beschwerden unserer Patienten gefragt, gab lediglich ein Junge (Fall Nr. 3) Schmerzen nach stärkeren Belastungen, wie z.B. beim Schulturnen an. Selbst das Mädchen mit dem ungenügenden klinischen Ergebnis war subjektiv zufrieden.









Relativ häufig trat jedoch eine Wachstumsstörung ein. In 3 Fällen sahen wir eine verstärkte Cubitus-valgus-Stellung. Während sie im Fall Nr. ' mit 5° geringgradig ist, ist sie bei den FAllen Nr. 3 und Nr. 5 mit '0° bzw. '5° doch erheblich. Einmal sieht man röntgenologisch (Fall Nr. ' - siehe Abb. 9 g u. h' eine volare Abkippung des ansonsten fest angeheilten proximalen Radiusköpfchens um 30°. Alle anderen Fälle zeigen außer einer geringen Verplumpung des Radiushalses keine weiteren auffallenden Merkmale im Röntgenbild.

Zusätzlich kam es bei zwei unserer Patienten zu einer Wachstumshemmung, die im Fall ' zu einer Verkürzung des Unterarmes von 0,5 cm und im Fall 3 von ' cm geführt hat. Dies waren, wie schon früher erwähnt, die beiden einzigen Male, daß wir nach einer Epiphysenfraktur in unserem Krankengut unterschiedliche Extremitätenlängen feststellen konnten. In allen anderen Fällen kam es zu keiner Beeinträchtigung des Längenwachstums.

Der Vergleich der Ergebnisse mit der Literatur ist leider schwierig, da keine einheitlichen Beurteilungskriterien verwendet werden.

Das Resultat nach konservativer Behandlung ist nach KRAUS meist sehr gut bis gut. Vergleicht man jedoch sein Beurteilungsschema mit dem von MORGER, so stellt man fest, daß MORGER wesentlich härtere Maßstäbe anlegt. Außerdem operiert auch er die Fälle mit stärkerer Dislokation der Fragmente, da hier die manuelle Reposition oft nicht zum Ziel führt.

Auch bei unseren Patienten mußte zweimal nach mißglückten Versuchen offen reponiert werden.

[illegible]. Distale Radiusepiphyse

Die Frakturen der distalen Radiusepiphyse haben prinzipiell denselben Verletzungsmechanismus wie die distale Radiusfraktur beim Erwachsenen, jedoch sind intraartikuläre Frakturen seltener (AITKEN).

Bei einem Sturz auf die dorsal flektierte Hand entsteht ein typischer [illegible], der von palmar-distal nach proximal-dorsal verläuft. Dabei wird das distale Fragment nach dorsal verschoben.
Bei einem Sturz auf die volar flektierte Hand, der wesentlich seltener vorkommt als der eben erwähnte Unfall, verläuft die Bruchlinie umgekehrt, also von dorsal-distal nach proximal-volar. Außerdem weicht das distale Fragment hier nach volar ab. Von diesen klassischen Bruchformen gibt es über den Kantenfragmentbruch und intraartikulär reichende Frakturlinien bis zur vollkommenen Zertrümmerung alle Übergangsformen (ALLGÖWER).

Die distale Radiusepiphyse ist nach mehreren Autoren die häufigste Lyse überhaupt ([illegible], [illegible], [illegible], KLAPP).
Bei der Lyse und der Aitken-I-Verletzung genügt meist die manuelle Reposition. Es muß jedoch öfter eingegriffen werden, wenn eine Interposition durch Weichteile erfolgt ist. Gelingt die geschlossene Reposition, so sollte das Ergebnis mit Kirschnerdrähten temporär fixiert werden. Bei Aitken II- und Aitken III-Verletzungen hingegen sollte stets die Wiederherstellung offen erfolgen und transepiphysär fixiert werden.

Trotz der Häufigkeit dieser Verletzung kam nur ein einziger Fall zu uns zur operativen Behandlung.

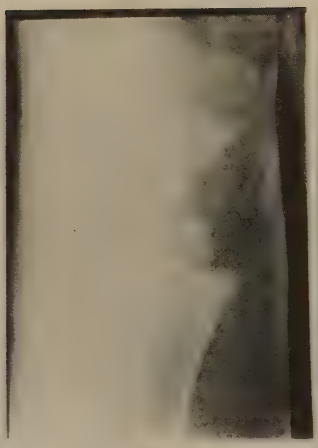
Krankengeschichte [illegible]

[illegible] fixiert, nachdem außerhalb ein Gips angelegt worden war.

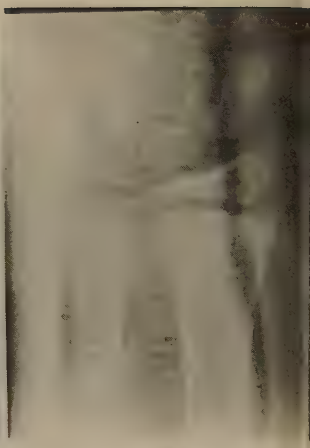
Die Untersuchung 3 Monate nach der Operation ergab ein Bewegungs[illegible] [illegible] Die Belastung des [illegible] ist jedoch noch nicht abgeschlossen.

Man sieht, daß das Operationsergebnis sehr erfreulich ist und [illegible] sich wohl im Laufe der Zeit noch bessern wird, so daß in diesem Fall eine restitutio ad integrum erwartet werden kann. [illegible]

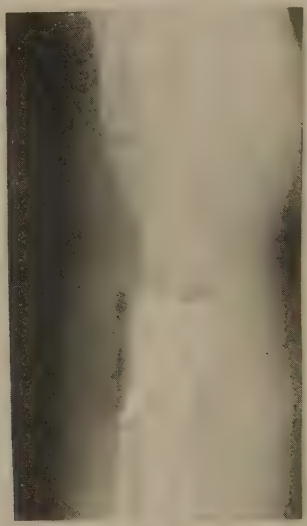
a



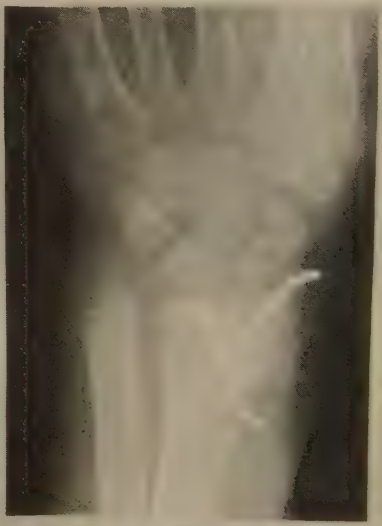
b



c



d



e

6. Proximale Tibia

Ein relativ seltenes Ereignis ist die Verletzung der proximalen Tibiaepiphyse. Während die häufigere Form der kniegelenksnahen Wachstumsfugenverletzungen, die Fraktur der distalen Femurepiphyse, kein einziges Mal in unserem Krankengut vertreten ist, können wir über zwei Verletzungen der proximalen Tibia berichten.

Die Entstehung ist dem Unfallmechanismus der Seitenbandverletzungen des Erwachsenen identisch (HERTEL, KLAPP). Es kann also zu entsprechender Schädigung kommen: einmal durch direkten Schlag gegen das Kniegelenk oder indirekt durch eine vermehrte Vaglus- oder Varusknickung (ALLGÖWER).

Eine besondere Form der Verletzungen der proximalen Tibiaapophyse ist der knöcherne Ausriß des Ligamentum patellae. Er entsteht durch eine abrupte Bremsung bei der Vorwärtsbewegung des Unterschenkels, z.B. beim Fußballspielen durch einen Preßschlag. Bei dieser Fraktur handelt es sich immer um einen Aitken - II-Typ, da die Tuberositas tibiae beim Kind ein zapfenförmiger Ausläufer der proximalen Tibiaapophyse ist.

Hier ist konservatives Vorgehen nur bei geringer Dislokation gerechtfertigt, in den meisten Fällen jedoch muß die Tuberositas tibiae offen fixiert werden. Wenn diese Verletzung bei Kindern im späteren Wachstumsalter auftritt, darf die Tuberositas durch die Epiphysenfuge hindurch mit Schrauben befestigt werden. Bei jüngeren Kindern kommt evtl. eine typische Zuggurtung zur Anwendung.

In den anderen Fällen entspricht die Versorgung den Regeln aller Epiphysenfugenfrakturen: primär offenes Vorgehen bei Aitken II- und Aitken III-Verletzungen; bei Lysen und Aitken I-Frakturen ist die Operation nach ungenügender Reposition ebenfalls indiziert.

In unserem Krankengut befindet sich eine Aitken I-Verletzung der proximalen Tibia (Fall 1) und ein Ausriß der Tuberositas tibiae (Fall 2).

Fallbeschreibung:

Fall 1: Der 11jährige Malte N. stürzte beim Skifahren schwer und zog sich dabei eine Epiphysenfraktur Typ Aitken I der proximalen Tibia zu, die sofort operativ wieder fixiert wurde.
Die Nachuntersuchung 1 Jahr später ergab eine Muskelatrophie des Quadriceps von 3 cm, ansonsten jedoch eine vollkommene Wiederherstellung. Auch subjektiv ist der Junge wieder beschwerdefrei.

Fall 2: (siehe Abb. 13)
Der 15jährige Herbert R. schlug beim Fußballspielen gegen das gestreckte Bein eines Gegners und erlitt dadurch einen Apophysenausriß der Tuberositas tibiae, der mittels 2er Spongiosaschrauben wieder fixiert wurde.
Die Nachuntersuchung ein halbes Jahr später ergab schon ein ideales Ergebnis, da sein Kniegelenk wieder voll funktionsfähig war und er auch keinerlei Schmerzen mehr verspürte.

Wie man sieht, ist das Kniegelenk unserer beiden Patienten subjektiv und objektiv wieder voll funktionsfähig. Die Atrophie des Musculus quadriceps dürfte sich ebenfalls im Laufe der Zeit noch zurückbilden, so daß keinerlei Folgeschäden nach unseren operativ versorgten Tibiaepiphysenfrakturen bestehen bleiben dürfte.

a) b) c)

Abb. 14: Herbert R. [illegible] Typ [illegible] III

a) [illegible]

b) c) Postoperativer [illegible]

7. Distale Tibia und Fibula

Am oberen Sprunggelenk findet sich eine relative Häufung von Lysen und Verletzungen nach Aitken (CAROTHERS).

WEBER gibt an, daß die Lysen und Aitken I-Verletzungen durch Abduktionsaußenrotationsmechanismen entstehen, während die Aitken II-Fraktur des kindlichen Sprunggelenkes den typischen Supinationsbruch darstellt. Aitken III-Verletzungen entstehen hier durch starke axiale Stauchungen, z.B. beim Sprung aus größerer Höhe.

Die Richtlinien der Behandlung hängen auch hier vom Frakturtyp ab. Bei Lysen und Aitken-I-Verletzungen wird zunächst ein konservativer Behandlungsversuch, am besten in Allgemeinnarkose, durchgeführt. Gelingt die Reposition nicht beim ersten Versuch, soll sofort operiert werden, denn es liegt dann meist ein Interponat in Form eines weiter proximal abgerissenen Periostlappens vor (HERTEL, KLAPP).

Keine Zweifel an der Operationsindikation gibt es bei Aitken II und Aitken III-Verletzungen. Bei der Osteosynthese darf jedoch die Epiphysenfuge lediglich von Kirschner-Drähten gekreuzt werden. Die Verschraubung darf nur proximal der Wachstumsfuge erfolgen und sie unter keinen Umständen berühren, da es dann leicht zu Wachstumsstörungen kommen kann. Außerdem sollte das Osteosynthesematerial nach spätestens 6 Wochen entfernt werden. Wichtig ist am Sprunggelenk vor allem die einwandfreie, stufenlose Rekonstruktion der Gelenkflächen. Da das obere Sprunggelenk zu den am meisten belasteten Gelenken des menschlichen Körpers gehört, ist die Gefahr der Arthroseentstehung bei verbleibenden Inkongruenzen hier besonders groß.

Wir können über 7 Fälle operativ versorgter Sprunggelenksfrakturen berichten, wobei in 2 Fällen neben der Verletzung der Tibiaepiphyse auch eine Fraktur der Fibula bestand.

5 Patienten waren außerhalb mit einem Gipsverband versorgt worden, kamen jedoch nach einigen Tagen wegen eines ungenügenden Repositionsergebnis dann zu uns zur Operation.

Fallbeschreibung:

Fall 1: Am 8.1.70 hatte die damals 14jährige Eva S. beim Skifahren einen Drehsturz nach vorne, wobei sich die Bindung nicht öffnete. Am gleichen Tag erhielt sie nach Reposition ihres luxierten Talus auswärts einen Unterschenkelgips. Am 13.1.70 kam sie dann zu uns in die Ambulanz. Wir diagnostizierten eine Außenknöchelfraktur rechts im Bereich der Epiphyse, wobei das Fragment nach dorsal abgerutscht war und eine Subluxation des Talus. Wir fixierten das Fragment operativ mittels Kirschnerdrähten und stellten das Bein mit einem Unterschenkelliegegips ruhig.

Die Nachuntersuchung 5 1/2 Jahre nach dem Unfall ergab ein optimales [illegible]. [illegible] geringen Belastungsschmerz und zeitweiser Wetterfühligkeit keine weiteren Beschwerden an. Die klinische Untersuchung ergab keine Bewegungseinschränkung, keine Beinlängendifferenz, keine [illegible] [illegible] enge Gabel auf, da die leichte physiologische [illegible] der Fibula im Bereich des äußeren Malleolus nicht vorhanden ist und die Fibula ziemlich gerade verläuft.

Fall 2: Der 13jährige Christian B. fiel im September 1970 beim Schulturnen von den Ringen und verletzte sich dabei am linken Sprunggelenk. Die Untersuchung ergab eine Innenknöchelfraktur, [illegible] zweier [illegible].

5 1/2 Jahre [illegible] Beschwerden. [illegible] freies [illegible] flexion [illegible] nicht betroffener Seite.

Fall 3: (siehe Abb. 14)
Die [illegible] eine Fraktur der distalen Tibiaepiphyse [illegible] der distalen [illegible] im Bereich der Tibiaepiphyse nicht ausgleichen ließ, [illegible] zweier paralleler Kirschner-Drähte.

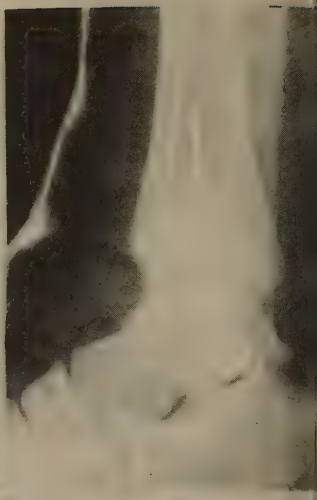
2 Jahre nach dem Unfall gab das Mädchen lediglich Wetterfühligkeit und eine [illegible] im Bereich der Operationsnarbe an. Die [illegible] keinerlei Unterschiede zur gesunden Seite. [illegible] bestand nicht. Wachstumsstörungen konnten ebenfalls nicht festgestellt werden.

Fall 4: Beim Fußballspielen sprang dem [illegible] am 10.10.71 ein anderer Spieler gegen das rechte Bein. Dabei scherte sich die Tibia [illegible], an der sich [illegible]. Außerdem war die Fibula [illegible] frakturiert. [illegible] haus [illegible] Operation. Die Tibia wurde mittels zweier Kirschner-Drähte fixiert und die Fibula mit einer [illegible] versorgt.

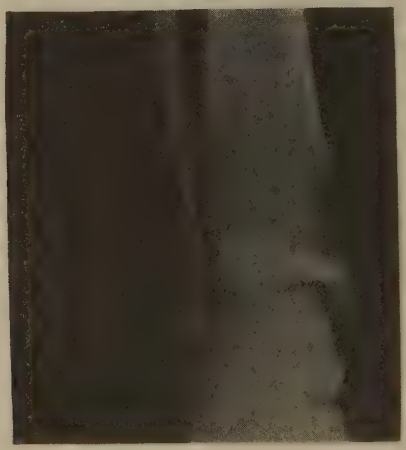
Bei der Nachuntersuchung 4 1/2 Jahre später zeigte sich ein optimales Ergebnis. [illegible] gab der Patient [illegible] bei sämtlichen Untersuchungen [illegible].

a

b



c



d

e

Fall 5: Am 13.2.71 stürzte die 12jährige Sylvia R. beim Skifahren und zog sich dabei eine Innenknöchelfraktur mit Epiphysen-Verletzung zu, die am 17.2., nachdem sie in der Zwischenzeit mit einem Oberschenkelliegegips versorgt war, operativ mittels dreier Kirschner-Drähte fixiert wurde. Bei der Nachuntersuchung 5 Jahre später hatte die Patientin keinerlei subjektive Beschwerden mehr. Die klinische Untersuchung ergab, daß die Dorsal-Flexion um 6° eingeschränkt war, Pro- und Supination waren vollkommen frei. Die Narben waren auf Berührung noch empfindlich. Sonst zeigten sich keinerlei Unterschiede zur gesunden Seite.

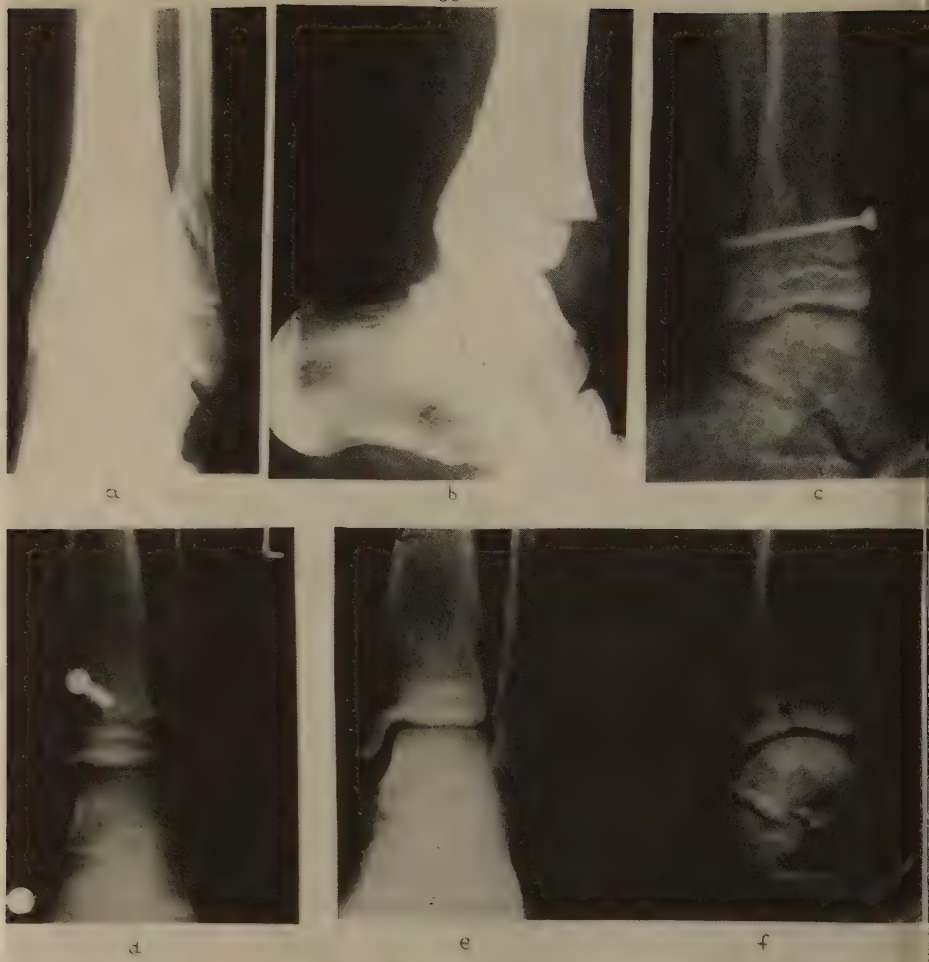
Fall 6: (siehe Abb. 15)
Der 15jährige Armin S. zog sich beim Skifahren eine Epiphysenlösung der linken distalen Tibia zu, die noch am selben Tage manuell reponiert und anschließend eingegipst wurde. Die Röntgenkontrolluntersuchung nach dem Gipswechsel 8 Tage nach dem Unfall ergab ein erneutes Abrutschen des Fragmentes. Die anschließend durchgeführte operative Fixation zeigte, daß ein Periostinterponat eine optimale konservative Reponierung verhindert hatte.
Bei der Nachuntersuchung 1 1/2 Jahre nach der Operation zeigte sich ein optimales Ergebnis. Es konnten keine Unterschiede zur gesunden Seite festgestellt werden.

Fall 7: Die 9 1/2 jährige Anna-Maria V. kam, nachdem sie sich beim Skifahren einen Abriß der Tibiaepiphyse zugezogen hatte, zu uns zur Operation.
Die Nachuntersuchung 6 Jahre später zeigte, daß das Mädchen in der Beweglichkeit wieder voll hergestellt war und auch keinerlei Wachstumsstörungen bestanden. Sie hatte jedoch eine Wadenmuskelatrophie von 2 cm und gab außerdem Belastungsschmerzen und zeitweise auch ein Ziehen im Ruhezustand an. Röntgenologisch zeigte sich jedoch ein einwandfreies Bild.

Im Ganzen betrachtet, können wir mit unseren Ergebnissen sehr zufrieden sein.
Nach Literaturberichten kommt es gerade bei dieser Epiphyse häufig zu Wachstumsstörungen nach konservativer Behandlung (KREBS, STREICHER). GIULIANI hat z.B. in seinem Krankengut Verkürzungen der Tibia in nahezu 50 % der Fälle. Wir konnten bei keinem unserer Patienten Wachstumsstörungen feststellen. Weder Wachstumsverzögerungen noch Fehlwachstum im Sinne von Varus- oder Valgusbildung traten auf.

Auch die Beweglichkeit im Sprunggelenk war nahezu frei. Lediglich in 2 Fällen kam es zu einer Einschränkung der Dorsalflexion. Beim Fall 2 war die Bewegungseinbuße 5° und im Fall 5 betrug sie 6°. Beide Male also nur geringgradig.
Außerdem konnte bei den klinischen Messungen einmal (Fall 7) eine Atrophie der zugehörigen Wadenmuskulatur von 2 cm verifiziert werden. Bei den subjektiven Beschwerden ergab sich in 3 Fällen eine gewisse Wetterfühligkeit und zweimal ein geringer Belastungsschmerz. Röntgenologisch zeigte sich nur beim Fall 1 eine Auffälligkeit, in allen anderen Fällen konnten keine Anzeichen einer sekundären Arthrose gefunden werden.

Nach den strengen Beurteilungskriterien von MORGER haben wir bei den Frakturen des Sprunggelenkes in 3 Fällen ein ideales Ergebnis, zweimal ein gutes und ebenfalls zweimal ein genügendes Resultat.



Tab. 11: [illegible] Epiphysenfraktur Typ Aitken I distale Tibia

a und b : Ausgangsfotos

c und d : Verschraubung proximal der Epiphysenfuge

e und f : Gutes postoperatives Ergebnis

IV. Diskussion der Ergebnisse

Von den 26 von uns nachuntersuchten Patienten mit Epiphysenfugenfrakturen weisen 17 eine vollkommen wiederhergestellte Beweglichkeit in ihren ehemals verletzten Gelenken auf. In 7 Fällen ist die Beweglichkeit befriedigend, in 2 ausgesprochen schlecht. Hierbei handelt es sich beide Male um Frakturen des Radiusköpfchens.
Über Beschwerden bei Wetterwechsel klagen zwei, bei größeren und länger anhaltenden Belastungen drei unserer Patienten. Schmerzen bei Wetterwechsel und Anstrengung werden von einem Mädchen empfunden, dessen frakturierte distale Tibia ansonsten sehr gut ausgeheilt ist.

Tab. 5: Beweglichkeit und Beschwerden nach Epiphysenfugenfrakturen

	Beweglichkeit			Beschwerden bei:		
	sehr gut	befriedigend	schlecht	Wetter	Belastung	Wetter und Belastung
Prox. Humerus	2					
Epic. radialis	1	3			1	
Epic. ulnaris	5					
Radiusköpfchen	2	1	2		1	
Dist. Radius		1				
Prox. Tibia	2					
Dist. Tibia	5	2		2	2	1
	17	7	2	2	4	1

Tabelle 6 gibt Auskunft über den Zusammenhang zwischen der Beweglichkeit und den Beschwerden:

Beweglichkeit	Anzahl	beschwerdefrei	Beschwerden bei: Wetter	Belast.	Wetter u.Bel.
sehr gut	17	12	2	2	1
befriedigend	7	6		1	
schlecht	2	1		1	
	26	19	2	4	1

Die gefürchtetste Komplikation nach Epiphysenfugenfrakturen sind Wachstumsstörungen. Auch in unserem Krankengut kommt es in der Folgezeit zu entsprechenden Veränderungen.

Tab. 7: Wachstumsstörungen nach Epiphysenfugenverletzungen

	keine Störungen	Valgus	Verkürzung	Valgus u.Verkürz.
Prox. Humerus	2			
Epic. radialis	3	1		
Epic. ulnaris	4	1		
Radiusköpfchen	2	3	2	2
Distaler Radius	1			
Proximale Tibia	2			
Distale Tibia	7			
	21	5	2	2

Eine Wachstumshemmung im Sinne einer Epiphyseodese, die viele Autoren vor allem nach operativem Vorgehen befürchten und die deshalb auch als Grund angegeben wird, die konservative Behandlung der operativen vorzuziehen, sahen wir nur in 2 Fällen. Dabei handelte es sich beide Male um Radiusköpfchenfrakturen, wobei eine Patientin erst vier Wochen nach dem Unfall zu uns zur Operation kam.

Die häufigste Art der Wachstumsstörung war ein Cubitus valgus. Diese Folgeerscheinung konnte bei Radiusköpfchenfrakturen in drei Fällen beobachtet werden, einmal bei einem Bruch des Epicondylus humeri radialis und einmal bei einer Fraktur des Epicondylus humeri ulnaris. Bei allen anderen betroffenen Epiphysenfugen war keine Abweichung im Sinne einer vermehrten Valgusstellung zu sehen. Eine postoperative Varusbildung, wie sie in nahezu der Hälfte der Fälle bei Frakturen des Epicondylus radialis von REHBEIN und HOFMANN gesehen wurde, war in keinem einzigen Fall zu beobachten.

In Tabelle 8 sind für alle unsere nachuntersuchten Fälle sowohl die subjektiven Beschwerden als auch die klinischen Meßergebnisse einzeln aufgeführt, um die Gründe für die auftretenden Schmerzen erfahren zu können.

Tab. 8: Epiphysenfugenfrakturen und ihre Folgen

	Beweglichkeit	Beschwerden	Wachstumsstörungen
Prox. Humerus			
Nr. 1	sehr gut		
Nr. 2	sehr gut		
Epic. radialis			
Nr. 1	befriedigend	Belastung	
Nr. 2	befriedigend		Valgus
Nr. 3	sehr gut		
Nr. 4	befriedigend		
Epic. ulnaris			
Nr. 1	sehr gut		
Nr. 2	sehr gut		
Nr. 3	sehr gut		Valgus
Nr. 4	sehr gut		
Nr. 5	sehr gut		
Radiusköpfchen			
Nr. 1	befriedigend		Valgus/Verkürzung
Nr. 2	sehr gut		
Nr. 3	schlecht	Belastung	Valgus/Verkürzung
Nr. 4	sehr gut		
Nr. 5	schlecht		Valgus
Dist. Radius			
Nr. 1	befriedigend		
Prox. Tibia			
Nr. 1	sehr gut		
Nr. 2	sehr gut		
Dist. Tibia			
Nr. 1	sehr gut	Belast.,Wetter	
Nr. 2	befriedigend		
Nr. 3	sehr gut	Wetter	
Nr. 4	sehr gut	Wetter	
Nr. 5	befriedigend		
Nr. 6	sehr gut		
Nr. 7	sehr gut	Belastung	

Ein Mädchen, das mit einer Fraktur des Epicondylus humeri radialis zu uns kam und noch Belastungsschmerzen hatte, zeigte außerdem noch eine eingeschränkte Beweglichkeit.

Bei ihr besteht allerdings eine sehr günstige Prognose, da die Operation erst ein halbes Jahr zurückliegt. Es ist daher anzunehmen, da auch der röntgenologische Befund einwandfrei war, daß die Patientin in absehbarer Zeit vollkommen beschwerdefrei sein wird und auch das Gelenk wieder uneingeschränkt funktionsfähig wird.

Der Patient mit der Radiusköpfchenfraktur, der noch Belastungsschmerzen angibt, weist sowohl eine beeinträchtigte Gelenksfunktion als auch eine verstärkte Cubitus-valgus-Stellung und eine Verkürzung des Unterarmes um 1 cm auf.

Bei den Verletzungen der distalen Tibia fällt auf, daß diejenigen Patienten, die Belastungsschmerzen angeben, weder Bewegungseinschränkungen noch Wachstumsstörungen aufweisen.
In dem einen Fall rühren die Beschwerden wohl davon, daß man röntgenologisch sieht, daß der geringgradige physiologische Valgus der Fibula nicht mehr vorhanden ist und dadurch die Sprunggelenksgabel zu eng ist, was sicher eine erhöhte Arthrosegefahr mit sich bringen kann.
Im anderen Fall ist auf dem Röntgenbild keine Ursache für die Beschwerden festzustellen. Auch klinisch ist die Patientin bis auf eine mäßige Wadenmuskelatrophie unauffällig. Im übrigen gibt es in unserem Krankengut nur 2 Fälle von Atrophie der zugehörigen Muskulatur: einmal in dem vorgenannten Fall und zum anderen bei einer Fraktur der proximalen Tibia.

Beurteilt man nun unsere Ergebnisse nach den Kriterien von R.MORGER (siehe Tabelle 4) so lautet das Ergebnis im Ganzen betrachtet:

12 x ideal
8 x gut
5 x genügend
1 x ungenügend.

In Tabelle 9 sind diese Ergebnisse nach der Lokalisation einzeln aufgeführt. Ergänzend muß noch gesagt werden, daß der Zeitraum zwischen der Nachuntersuchung und dem Unfalldatum in einigen Fällen (z.B. Epicondylus humeri radialis, Fall Nr. 4) nur etwa ein halbes Jahr betrug, so daß mit einer weiteren Verbesserung des Operationsergebnisses gerechnet werden kann.

Tab. 9: Ergebnisse der Epiphysenfugenfrakturen nach den Beurteilungskriterien von R.MORGER

Proximaler Humerus	
Fall Nr. 1	ideal
Fall Nr. 2	ideal
Epicondylus radialis	
Fall Nr. 1	genügend
Fall Nr. 2	gut
Fall Nr. 3	ideal
Fall Nr. 4	genügend
Epicondylus ulnaris	
Fall Nr. 1	gut
Fall Nr. 2	ideal
Fall Nr. 3	gut
Fall Nr. 4	ideal
Fall Nr. 5	ideal
Radiusköpfchen	
Fall Nr. 1	gut
Fall Nr. 2	ideal
Fall Nr. 3	genügend
Fall Nr. 4	ideal
Fall Nr. 5	ungenügend
Distaler Radius	
Fall Nr. 1	gut
Proximale Tibia	
Fall Nr. 1	gut
Fall Nr. 2	ideal
Distale Tibia	
Fall Nr. 1	genügend
Fall Nr. 2	gut
Fall Nr. 3	ideal
Fall Nr. 4	ideal
Fall Nr. 5	gut
Fall Nr. 6	ideal
Fall Nr. 7	genügend

Es konnte also in 20 Fällen (entsprechend 77 % des Krankengutes) ein Resultat erzielt werden, bei dem die Kinder subjektiv keinerlei Behinderungen im Alltag mehr aufweisen. Fünf Mal (d.i. 19 %) ist eine geringe Einschränkung noch gegeben und nur in einem einzigen Fall ist der Ausfall funktionell erheblich. Bei dieser Patientin (Radiusköpfchen,Fall Nr. 5) trat jedoch eine Komplikation ein, auf die in der Fallbeschreibung genau eingegangen wurde.

Bei dem Versuch, eine Abhängigkeit des Ergebnisses vom Alter der Patienten feststellen zu können, konnte statistisch keine relevante Beziehung gefunden werden. Ebenso ergab sich kein Zusammenhang zwischen dem Operationsergebnis und der Länge der postoperativ verstrichenen Zeit.

Nach den Ausführungen im allgemeinen Teil hängt der Schweregrad der Epiphysenfugenverletzung vom Frakturtyp ab. Eine Lysefraktur ist somit für die Wachstumsfuge ein unbedeutenderes Ereignis als beispielsweise eine Aitken III-Verletzung. Um dies zu verdeutlichen, wird in Tabelle 10 das Operationsergebnis aufgeschlüsselt nach Frakturtypen dargestellt.

Tab. 10: Frakturtypen und Operationsergebnis

	Anzahl	ideal	gut	genügend	ungenügend	Durchschnittsnote
Lösung	7	5	2			1,29
Aitken I	12	5	4	2	1	1,52
Aitken II	2		1	1		2,50
Aitken III	5	2	1	2		2,00
	26	12	8	5	1	

Ordnet man nun den einzelnen Bewertungen Noten zu, also ideal gleich Note 1, gut gleich Note 2 usw., so kommt man auf die dort angegebenen Durchschnittsnoten.

Beim Betrachten dieser Noten sieht man, daß der Durchschnittswert von der Lyse zur Aitken III-Fraktur hin stetig schlechter wird. Aus dieser Reihe fällt allerdings der Wert für die Aitken II-Verletzungen heraus, was aber durch die geringe Fallzahl (nur 2 Patienten) bedingt sein kann. Aus der Tabelle ist jedoch herauszulesen, daß das Operationsergebnis eine Abhängigkeit zum Frakturtyp zeigt und daß somit die Prognose einer restitutio ad integrum von der Epiphysenlösung zur Aitken III-Fraktur hin zunehmend ungünstiger wird.

Welche Ergebnisse finden wir nun in der Literatur?

Einleitend dazu muß gesagt werden, daß es leider sehr schwer ist, einen Vergleich mit anderen Autoren vorzunehmen, da bisher keine einheitlichen Beurteilungskriterien verwendet werden. Außerdem ist das Krankengut der Orthopädischen Klinik München-Harlaching, wie schon erwähnt, durch die einweisenden Ärzte bestimmt, so daß überdurchschnittlich viel komplizierte Fälle zur Behandlung kommen. Dies sieht man auch daran, daß von 29 Patienten 14 konservativ vorbehandelt waren und erst, nachdem das Repositionsergebnis unbefriedigend war, diese Kinder operativ versorgt wurden.

Die Ergebnisse nach konservativer Behandlung werden allgemein als sehr gut bis gut bezeichnet. Auch unsere Resultate liegen trotz der schlechteren Voraussetzungen in diesem Bereich.

Bei einigen Lokalisationen (proximaler Humerus, proximale Tibia und distaler Radius) haben wir leider nur eine geringe Fallzahl. Die sehr guten Ergebnisse bei diesen Epiphysenfugenbrüchen sollten jedoch ein Anstoß dazu sein, öfter operativ vorzugehen, um weitere Erfahrungen zu sammeln.

Bei den Frakturen des Epicondylus humeri ulnaris und radialis ist man sich weitgehend einig, daß das operative Vorgehen dem konservativen überlegen ist (BLOUNT, KREBS, STREICHER, REHBEIN, HOFMANN, HERTEL, KLAPP). Durch den Zug der Handbeuger- bzw. Handstreckermuskulatur kommt es meist zu einer Dislokation der Fragmente nach distal, die konservativ kaum rückgängig gemacht werden kann.

Unsere Ergebnisse decken sich weitgehend mit den Erfahrungen anderer Autoren (KLUGE, BÖHLER, BLOUNT). Während die Verletzung des Epicondylus humeri ulnaris ohne Folgen auf Beweglichkeit und Wachstum blieb, zeigte sich nach Frakturen des radialen Epicondylus in 3 von 4 Fällen ein geringer Funktionsverlust. Betrachtet man jedoch eine Arbeit von KLUGE, der den postoperativen Verlauf von 7 Fällen beobachtete und dabei feststellte, daß ausnahmslos 1/2 Jahr nach dem Unfall noch eine Streckhemmung von ca. 10° bestand, die dann im Laufe der Zeit vollkommen verschwand, so sieht man, daß auch unsere Ergebnisse dieser Gesetzmäßigkeit unterliegen.

Die Frakturen des Radiusköpfchens ergaben von allen Lokalisationen die schlechtesten Ergebnisse. Von 5 Fällen hatten nur 2 Kinder ein ideales Ergebnis. 3 Patienten dagegen waren in ihrer Beweglichkeit eingeschränkt, zeigten eine Cubitus-Valgus-Fehlstellung,und zweimal bestand zudem eine Armlängenverkürzung.

KRAUS gibt an, daß seine Ergebnisse nach konservativer Behandlung sehr gut bis gut sind. Dazu muß gesagt werden, daß seine Beurteilungskriterien nicht nach denen von MORGER nachuntersucht sind und auch er mit der manuellen Reposition häufig nicht zum Ziel kommt und dann ebenfalls operativ vorgeht. Auch wir mußten zweimal nach mißglücktem konservativen Versuch offen reponieren.

Eindeutig bessere Ergebnisse als nach konservativer Behandlung ergeben sich bei den Frakturen der distalen Tibia. GIULIANI hat in seinem Krankengut in nahezu 50 % der Fälle Verkürzungen der Tibia; auch KREBS und STREICHER sehen häufig Wachstumsstörungen nach manueller Reposition.

Wir konnten bei keinem unserer Patienten Wachstumsverzögerungen oder Fehlwachstum feststellen. Auch die Beweglichkeit im Sprunggelenk war nahezu fehlerlos. Lediglich in 2 Fällen kam es zu einer Einschränkung der Dorsalflexion. Hinsichtlich der sekundären Arthrosebildung nach Frakturen im Sprunggelenksbereich dürfte wohl bei operativem Vorgehen eine stufenlose Adaptation, vor allem bei AITKEN II- und AITKEN III-Verletzungen, wesentlich besser erreicht werden.

Abschließend sei gesagt, daß bei der operativen Versorgung von Epiphysenfugenverletzungen Vorsicht geboten ist, um weitere iatrogene Schäden bei der Behandlung zu verhüten.

Dabei bestehen folgende Gefahren (HERTEL, KLAPP):

1. Vaskularitation durch operatives Manipulieren
2. Knorpelschädigung durch das Instrumentarium
3. Verletzungen durch das Kreuzen der Epiphysenfuge bei Schraubenosteosynthese
4. Siebartige Durchlöcherung der Epiphysenfuge durch mehrfache Versuche der Kirschnerdrahtfixation
5. Verspätete oder unterlassene Metallentfernung

Rechtzeitiges Operieren bei Verletzungen nach AITKEN II und AITKEN III und eventuell bei Verletzungen nach AITKEN I, wenn ein Interpositum das konservative Reponieren behindert, dürfte nach unserem jetzigen Wissensstand wohl die Spätschäden nach Frakturen der Epiphysenfuge auf ein Minimum beschränken.

Zusammenfassung

In der Orthopädischen Universitätsklinik München-Harlaching wurden in den Jahren 1970 bis 1976 29 Kinder im Alter von 3 bis 16 Jahren mit Verletzungen der Epiphysenfuge operativ versorgt. Dabei gab es die meisten Frakturen nach dem 10. Lebensjahr.

15 Fälle kamen dabei sofort nach dem Unfall zu uns zur Operation, während 14 Patienten zuerst konservativ vorbehandelt wurden. Von diesen 29 Kindern kamen 26 zur Nachuntersuchung. Diese erfolgte im kürzesten Fall 6 Monate und im längsten 6 Jahre nach dem Unfallereignis.

In 20 Fällen konnte ein Ergebnis erzielt werden, bei dem die Kinder im Alltag keinerlei Behinderungen aufweisen. Fünfmal war eine geringe Einschränkung noch gegeben und in einem Fall ist funktionell ein erheblicher Ausfall geblieben.

Wachstumsstörungen gab es nur 5mal. Es handelte sich dabei immer um eine Cubits-Valgus-Fehlstellung bei einer Epiphysenfugenverletzung im Ellbogenbereich. Zweimal bestand neben dieser Achsenabweichung auch eine geringgradige Verkürzung des Radius. In allen anderen Fällen konnte keine Behinderung des Längenwachstums festgestellt werden. Die Beweglichkeit war in 17 Fällen wieder vollkommen hergestellt, 7 mal war sie etwas eingeschränkt und zweimal doch erheblich unter der Norm.

Subjektiv waren 20 Knaben und Mädchen beschwerdefrei, nur 4 Patienten gaben Belastungsschmerzen an, zweimal bestand eine Wetterfühligkeit.

LITERATURVERZEICHNIS

Aitken A.P. — The end results of the fractured distal tibial epiphysis
J.Bone Jt. Surg. 18 (1936) 685

End results of fractures of the proximal humeral epiphysis
J.Bone Jt. Surg. 18 (1936) 1036

Allgöwer M. — Allgemeine und spezielle Chirurgie
Springer Verlag 1973

Böhler L. — Konservative und operative Behandlung der kindlichen Oberarmbrüche
Langenbecks Arch.Klin.Chir. 304 (1963) 630

Blount W.P. — Knochenbrüche bei Kinder
Thieme, Stuttgart 1957

Carothers Ch. — Clinical Significance of a classification of epiphyseal injuries at the ankle
Amer.J.Surg. 89 (1955) 879

Catel W. — Differentialdiagnose von Krankheitssymptomen
Enke, Stuttgart 1961

Ecke H. — Diagnose und Prognose von Epiphysenfugenverletzungen
Aktuelle Traumatologie 5 (1975) 97

Ehalt W. — Wie unterscheiden sich Knochenbrüche bei Kindern von denen Erwachsener?
Langenbecks Arch.Klin.Chir. 289 (1958) 391

Verletzungen bei Kindern und Jugendlichen
Enke, Stuttgart 1961

Ehlers P.N., Eberlein H. — Epiphysenfrakturen. Klinischer Beitrag zur Frage der Spätfolgen
Langenbecks Arch.Klin.Chir. 305 (1964) 213

Fischer J.F. — Beitrag zur Stauchungsverletzung der distalen Tibiaepiphyse
Zbl. Chir. 89 (1964) 1372

Forssmann W. — Frakturenbehandlung im Kindesalter
Langenbecks Arch.Klin.Chir. 304 (1963) 617

Gall F. — Nachuntersuchungen von Epiphysenfugenbrüchen
Langenbecks Arch.Klin.Chir. 289 (1958) 372

Giuliani K. — Spätzustände nach traumatisch-mechanischen Schädigungen der Epiphyse am distalen Tibiaende
Arch.orthop.Unfallchir. 45 (1952) 386

Hertel P., Klapp F. — Epiphysenverletzungen im Wachstumsalter
Mschr.Unfallheilk. 78 (1975) 206

Keyl W. — Mschr. Unfallheilk. 76 (1973) 261

Kluge H. — Behandlung der Epicondylusabrißfrakturen des Humerus beim Kinde
Zbl. Chir. 86 (1961) 1034

Kraus J. — Läsionen der Epiphysenfuge am Radiusköpfchen
Aktuelle Traumatologie 5 (1975) 127

Krebs H., Streicher H.J. — Frakturen bei Neugeborenen und Kindern
Arch.orthop.Unfallchir. 52 (1960) 413

Krösl W. — Die Brüche am proximalen Speichenende mit besonderer Berücksichtigung der totalen Köpfchenresektion
Arch.orthop.Unfallchir. 47 (1955) 272

Kühne H. — Klinische und experimentelle Studien über das Epiphysenfugenwachstum
Langenbecks Arch.Klin.Chir. 289 (1958) 350

Küsswetter W. u. Beck E. — Behandlungsergebnisse bei Verletzungen des distalen Oberschenkels im Kindesalter
Umschr. Unfallheilk. 76 (1973) 245

Kuner E.H. — Die Indikationen zur Osteosynthese beim kindlichen Knochenbruch
Chirurg 46 (1975) 164

Leonhardt — Lehrbuch der Cytologie und Histologie
Thiemeverlag

Morger R. — Nachuntersuchungen und Beurteilungen von Epiphysenfugenfrakturen. Langenbecks Arch.Klin.Chir. 304 (1963) 633

Morscher E. u. Taillard W. — Beinlängenunterschiede. Karger 1965

Morscher E. — Neue Einteilung der Epiphysenfugenfrakturen. DGOT 1976

Müller M.E., Ganz R. — Unfallverletzungen bei Kindern. Springerverlag 1974

Popp W. — Unsere Erfahrungen bei der Behandlung von Frakturen im Kindesalter. Arch.orthop.Unfallchir. 55 (1963) 174

Raich O. — Zur Behandlung der Frakturen des Radiusköpfchens im Kindesalter. Ztschr. f. Kinderchir. 4 (1967) 71

Rehbein F., Hofmann S. — Knochenverletzungen im Kindesalter. Langenbecks Arch.Klin.Chir. 304 (1963) 539

Salter R.B., Harris W.R. — Injuries involving the epiphyseal plate. J.Bone Jt.Surg. 45 A (1963) 587

Schlegel K.F. — Spätfolgen der Epiphysenverletzungen und deren Behandlung. Langenbecks Arch.Klin.Chir 304 (1963) 627

Seyfarth H. — Zur Therapie der Frakturen im Kleinkindesalter. Zbl. Chir 83 (1958) 72

Suessenbach F., Weber B.G. — Epiphysenfugenverletzungen am distalen Unterschenkel. Bern-Stuttgart-Wien: H.Huber 1970

Terlep H. — Blutige Reposition und Erfolgsaussichten bei Brüchen am oberen Speichenende bei Kindern und Jugendlichen. Arch.orthop.Unfallchir. 49 (1957) 507

Trueta J. u. Morgan J.D.
The viscular contribution to osteogenesis
J.Bone Jt.Surg 42 B (1960) 87

Viehweger G.
Zur Frage der Wachstumsstörungen nach Epiphysenfrakturen
Chirurg 27 (1956) 262

Weber B.G.
Epiphysenfugenverletzungen
Hev.Chir.Acta 31, 103 (1964)

Witt A.N.
Therapie der Epiphysenfugenschädigungen
Langenbecks Arch.Klin.Chir 289 (1958) 36

Witt A.N.,Mittelmeier H.
Epiphysenfugenverletzungen des Unterschenkels
In: Handbuch der Orthopädie Bd. 4
Thieme Stuttgart 1961

Witt A.N.
Die transartikulare Fixation bei Frakturen und Luxationen im Bereich des Humeroulnargelenkes
Chirurgie im Fortschritt, hrsg. von Maurer G., Enke Stuttgart 1965

Zuckschwerdt
Klinische Pathologie der Epiphysenfuge
Langenbecks Arch.Klin.Chir 289 (1958)

Zum Schluß meiner Arbeit möchte ich
Herrn PD Dr. med. H. Zenker und
Herrn Dr. med. G. Fleischner
für die Überlassung des Themas und
die wertvolle Hilfe beim Aufbau der
Arbeit danken.

Herrn Prof. Dr. A.N. Witt, Direktor
der Staatl. Orthopädischen Klinik
München-Harlaching, danke ich für
die Übernahme des Koreferats.

LEBENSLAUF

Name:	Winfried Albert Koller
Geburtstag:	22. Mai 1953
Geburtsort:	8483 Vohenstrauß
Schulen:	1959-1963 Volksschule Vohenstrauß 1963-1972 Kepler-Gymnasium Weiden mit Abschluß: Abitur
Studium:	1972-1978 Studium der Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians Universität München
Prüfungen:	1974 Ärztliche Vorprüfung 1975 1. Teil der Ärztl. Prüfung 1977 2. Teil der Ärztl.Prüfung 1978 3. Teil der Ärztl.Prüfung
	23. Oktober 1973: Erhalt der Approbationsurkunde